Beiträge zur Nematodenfauna der Umgebung Erlangens (Dorylaimida, Nematoda) unter Berücksichtigung spezieller Probleme des Massenwechsels der freilebenden Nematoden

Der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
zur
Erlangung des Doktorgrades
vorgelegt von

Manfred Ebert
aus Fürth

1966

Sonderdruck aus:
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 118 (1966)
Z. Morph. Ökol. Tiere 58, 109—143 (1966)
Zool. Anz. 178, Heft 5/6, 303—315 (1967)
Zool. Anz. 178, Heft 5/6, 315—322 (1967)

Als Dissertation genehmigt von der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg

Tag der mündlichen Prüfung 18. 5. 1966
Dekan: Universitätsprofessor Dr. E. Wirth

Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. H.-J. Stammer
Berichterstatter: Privatdozent Dr. G. Osche

Sonderdruck

aus Heft 118 der „Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem", Februar 1966
Beiträge zur Nematodenforschung

M. EBERT,
Zoologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg

Ein Beitrag zum Massenwechsel der Nematoden

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

M. EBERT,
Zoologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg

Ein Beitrag zum Massenwechsel der Nematoden

Mit Untersuchungen über den Anteil der Nematoden an der Bodenfauna wurde schon vor ca. 60 Jahren begonnen. Einer der Ersten, der zu Beginn unseres Jahrhunderts damit anfing, sich mit den bis auf wenige Ausnahmen vernachlässigten Bodentieren zu beschäftigen, war D i e m (1903). Mit seiner verdienstvollen Arbeit leitete er eine neue Ära der bodenzoologischen Forschung ein, indem er erstmalig einen Überblick über die Bodenfauna an verschiedenen Standorten gab und damit eine erste biosoziologische Untersuchung des Bodens durchführte. Nach ihm bilden die Nematoden nach Quantum und Zahl einen verhältnismäßig kleinen, aber fast überall vertretenen Bestandteil der Bodenfauna. Dank moderner Untersuchungsmethoden ließ sich die damalige Ansicht, daß Bodennematoden in nur geringer Anzahl vorkommen, in das Gegenteil verkehren, jedoch blieb die Aussage von D i e m (1903) über das weitverbreitete Vorkommen der Nematoden voll und ganz erhalten.

Einige Zeit danach erschienen F r a n c é ' s (1912) interessante „Studien" über edaphische Organismen, worin erstmals die edaphisch lebenden Kleintiere als wichtigste Zerkleinerer der organischen Substanz und als wirksame Durchlüfter des Bodens bezeichnet werden. Ebenso wird auf ihre Wirksamkeit beim „Stoffwechsel des vegetationsfähigen Bodens" hingewiesen. Durch das von F r a n c é geweckte Interesse wandten sich die Bodenkunde und die Zoologie in zunehmendem Maße der Erforschung der Lebewelt des Bodens und den damit verbundenen Massenwechselvorgängen zu. Als Beispiele seien hier die interessanten Arbeiten von T h o m p s o n (1924) und F r e n z e l (1936) genannt. Doch kommen, besonders in der Arbeit von T h o m p s o n , die Nematoden zahlenmäßig recht schlecht weg. Sie rangieren hier ähnlich wie bei D i e m (1903) noch unter den quantitativ kleinsten Gruppen. Spezielle Arbeiten, die sich mit dem Massenwechsel der Nematoden und den damit zusammenhängenden Problemen beschäftigten, waren bei weitem weniger zahlreich.

So kann man heute die Arbeiten von S e i d e n s c h w a r z (1923), V o l z (1934, 1951), F r a n z (1942, 1950) und O v e r g a a r d - N i e l s e n (1949), um einige der wichtigsten Autoren zu nennen, nachgerade zu den Klassikern auf diesem Gebiet der Nematologie rechnen.

Im Rahmen meiner Dissertationsarbeit wies mich Dr. O s c h e freundlicherweise auf die Tatsache hin, daß in der Wiese hinter unserem Institut der Bodenstreifen, in dem eine Fernheizleitung verläuft, auch während des Winters niemals von Schnee bedeckt noch jemals gefroren ist. Er gab mir den Rat, neben meinen anderen Aufgaben doch auch den Nematodenbestand der normalen, nicht beheizten Wiese sowie den des beheizten Wiesenstreifens vergleichsweise zu untersuchen. Die künstliche Erwärmung des Wiesenstreifens erfolgt während der Heizungsperiode von Oktober bis April. Abb. 1 zeigt eine Photographie des schneefreien, beheizten Wiesenstreifens.

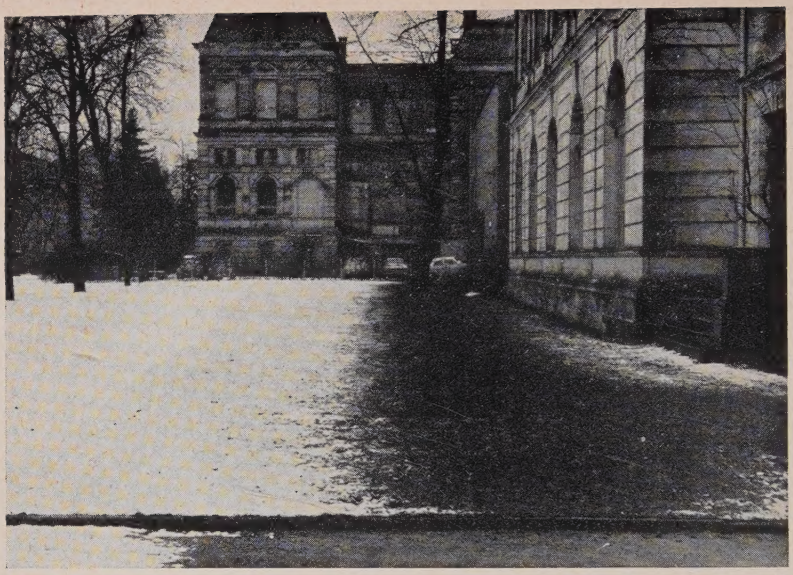

Abb. 1. Blick auf den schneefreien Heizungsstreifen, links die schneebedeckte, nichtbeheizte Wiese.

Über die Ergebnisse dieses „Naturexperiments" unter kontrollierten Bedingungen möchte ich im folgenden berichten. Doch zuvor noch einige Worte zur Methodik.

Bevor regelmäßig Bodenproben zur Untersuchung entnommen wurden, machte ich zuerst eine Minimalarealbestimmung. Es wurden aus der „Normalwiese" (N) sowie aus der beheizten Wiese (H) je 5 Parallelproben entnommen, und zwar je 5 von einer Bodenfläche von 0,25; 0,5; 1,0; 5,0 und 10 cm^2 mit je 1 cm Schichtdicke in einer Tiefe von 2 cm*). Aus diesen Proben wurden zuerst die Anzahl der vorhandenen Arten und dann die Gesamtindividuenzahlen bestimmt. Es zeigte sich, daß die Artenzahl der Nematoden bereits bei einer Arealgröße von 1 cm^2 (resp. 1 cm^3) ihr Maximum erreicht, ebenso ist auf 1 cm^2 etwa $^1/_{10}$ der Individuenzahl wie bei 10 cm^2 anzutreffen. Diese Ergebnisse decken sich in etwa mit denen von Andrassy (1957), der für Waldboden mit *Querceto-Potentilletum albae*-Assoziation ein Minimalareal von 0,5—1 cm^2 angibt.

Zu jeder Untersuchung wurden je 10 Parallelproben entnommen, die zusammen im verbesserten Seinhorstgerät ausgeschlämmt wurden. Aus dem auf 10 cm^3 eingeengten nematodenhaltigen Rückstand wurde wiederum 1 cm^3 in der Hawksley-Zählkammer untersucht. Der Rest wurde in einer Petrischale nochmals durchgemustert, um einzelne größere Formen, die beim Aufschütteln der Probe einer gleichmäßigen Verteilung entgangen sein mochten, gleichfalls aufzufinden. Die Proben wurden, wobei gleichzeitig Temperaturmessungen erfolgten, monatlich vom Oktober 1963 bis zum März 1965 jeweils am Monatsanfang gezogen. Lediglich während der Zeit von Mitte August bis Ende Oktober 1964 mußte eine Probeentnahme wegen meiner Abwesenheit vom Institut unterbleiben.

*) Die Ergebnisse über die Tiefenverteilung der Nematoden des N- und H-Streifens werden an anderer Stelle veröffentlicht.

Abb. 2 zeigt die Jahreskurven des Gesamtnematodenbesatzes aus der Normalwiese und dem beheizten Wiesenteil, als N- und H-Kurve bezeichnet. Vom Oktober 1963 bis Februar 1964 zeigt sich bei der N-Kurve ein stetiger Rückgang der Individuendichte von 170 auf ca. 80 Tiere. Im Anschluß daran nimmt im Frühjahr 1964 die Population wieder zu und erreicht im Juni 1964 ihren Höchststand mit knapp 200 Individuen. Ein zuerst langsameres, dann schnelleres Abfallen kennzeichnet die Situation im Hochsommer bis Ende August 1964. Bis November 1964 waren die Untersuchungen unterbrochen, doch zeigt die noch weiter abgesunkene Individuendichte im November 1964, daß im Herbst ein weiterer Rückgang stattgefunden haben muß, jedoch wird hierbei der Tiefstand vom Februar 1964 nicht erreicht. Während des Winters 1964/65 steigt der Nematodenbestand im Gegensatz zum Winter vorher stetig an und erreicht bereits im April 1965 das Sommermaximum von 1964.

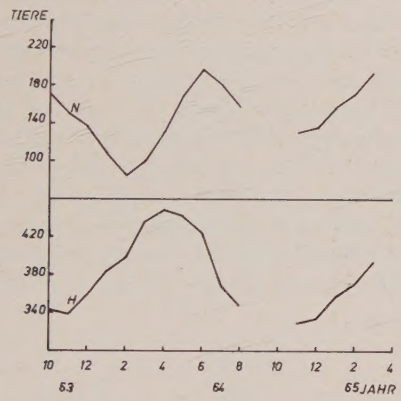

Abb. 2. Jahreskurven des gesamten Nematodenbesatzes des N- und H-Streifens.

Die Kurve des Heizungsstreifens zeigt uns dagegen zwei deutlich bemerkbare Unterschiede. Zum ersten sehen wir eine um über das Doppelte vermehrte Gesamtindividuendichte, zum anderen fällt der umgekehrte Kurvenverlauf in den Wintermonaten 1963/64 auf. Es zeigt sich nämlich ein stetiges Ansteigen der Individuendichte vom November 1963 mit 340 Individuen auf fast 450 im April 1964, also schon zwei Monate vor dem Maximum der Normalkurve. Man sieht auch, daß die H-Kurve schon um fast 30 Individuen zurückgegangen ist, wenn die N-Kurve im Juni ihren Höchststand erreicht. Die H-Kurve fällt auch im Juni—Juli 1964 von 420 auf 375 Tiere bedeutend schneller als die N-Kurve, die in derselben Zeitspanne nur um 15 Individuen zurückgeht. Bis zum August 1964 ist die H-Kurve auf nunmehr 350 Tiere zurückgegangen. Während des Winters 1964/65 sieht man wieder eine gleichmäßige Zunahme bis auf knapp 400 Individuen Anfang März.

Vergleichen wir diese Gesamtindividuenkurve, besonders die N-Kurve, mit den Ergebnissen anderer Autoren, so zeigt sich z. B. bei S e i d e n s c h w a r z (1923) ein steiles Ansteigen der entsprechenden Kurve vom Mai bis zu einem Höchststand im August und ein sich daran anschließendes ebenso steiles Abfallen zum Tiefstand im Winter hin. S e i d e n s c h w a r z schloß daraus, nicht ganz richtig, wie F r a n z (1942) zeigt, „auf eine regelmäßig, zu bestimmten Zeiten des Jahres, ausschließlich oder doch vorwiegend jahreszeitlich bedingte Vermehrung der Nematoden."

Die Feststellung, durch die günstigen Bedingungen des Heizungsstreifens eine Zunahme der Individuenzahl im Winter zu erreichen, zeigt, daß eine starre jahreszeitliche Bindung nicht vorliegt. Der starke hochsommerliche und frühherbstliche Abfall der Individuenzahlen beider Kurven dürfte durch den sehr trockenen und heißen Sommer bedingt sein, daher fällt das Maximum der Häufigkeit auch nicht wie bei den Untersuchungen von Franz (1942), Bassus (1962 b) und Sturhan (1963) in die Sommer- bzw. Herbstmonate.

Das Minimum der N-Kurve im Februar, wohl als Folge des kalten Winters 1963/64, zeigt sich bei Untersuchungen der obigen Autoren für andere Zeiträume in ähnlicher Weise, außer bei Volz (1951), der Buchenwaldböden vom April 1949 bis März 1950 auf Nematoden und Thekamöben hin untersuchte. Seine Ergebnisse weisen für Nematoden geradezu einen Gipfel der Besiedlungsdichte im Winter auf.

Bevor ich auf die Gründe der Beeinflussung des Massenwechsels der Nematoden näher eingehe, möchte ich noch einige aufgeschlüsselte Jahreskurven besprechen.

Beginnen wir mit der Kurve der Cephalobidae (Abb. 3). Es zeigt sich hierbei, daß das Maximum der N- als auch das der H-Kurve in den Hochsommer fällt. Dies scheint eine Bestätigung der Feststellung von Seidenschwarz (1923) zu sein, nach der die Cephaloben trockenheit- und wärmeliebende Formen sind. Etwas Ähnliches ergibt sich auch aus der Darstellung der Jahreskurve der saprophagen Nematoden, die die Cephaloben einschließt, durch Sturhan (1963). Der Einfluß des beheizten Streifens zeigt sich bei ihnen nicht wie bei den anderen Familien in einem Anstieg der Individuenzahlen im Winter, lediglich die Gesamtindividuenzahl ist im H-Streifen etwas höher als im N-Bereich, sonst gleichen sich die beiden Kurven weitgehend.

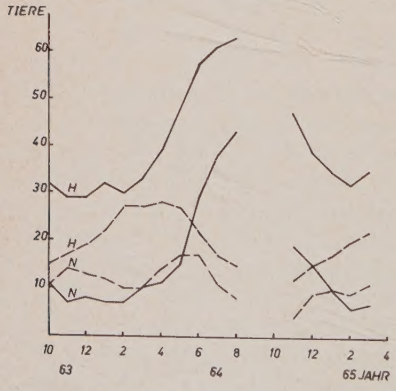

Abb. 3. Jahreskurven der Cephalobidae und Mononchidae des N- und H-Streifens.
Cephalobidae _____
Mononchidae — — — —

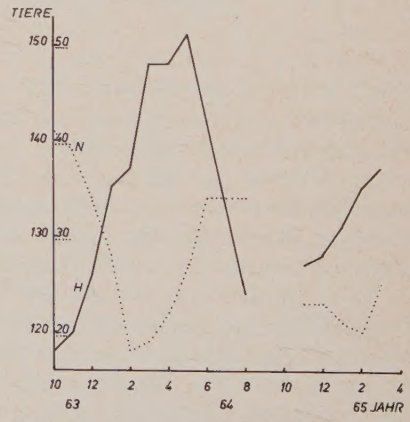

Abb. 4. Jahreskurven der Tylenchidae des N- und H-Streifens.

Weiter sind in Abb. 3 die N- und H-Kurven der durchweg räuberisch lebenden Mononchidae dargestellt. Hier zeigt sich ebenfalls wieder, wie schon bei den beiden Gesamtbesatzkurven, das Auseinanderweichen während des Winters 1963/64, wie überhaupt die Kurven der Mononchidae dem Verlauf der Gesamtbesatzkurven ähneln. Der trockene und heiße Sommer 1964 scheint einen dezimierenden Ein-

fluß auf die Individuenzahl der Mononchiden in der Normalwiese gehabt zu haben, denn im November 1964 sind ca. 65 % weniger Tiere vorhanden als im Juni, dagegen hat anscheinend der Winter 1964/65 keinen sonderlich starken Einfluß auf die Mononchidae der Normalwiese. Ein ähnliches Bild ergibt sich auch bei der H-Kurve.

Die folgende Abb. 4 zeigt die entsprechenden Kurven bei den Tylenchidae. Wieder erkennt man den starken Abfall der N-Kurve vom Oktober 1963 bis zum Februar 1964 mit dem anschließenden Ansteigen zum Maximum im Juni 1964, das hier interessanterweise bis zum August erhalten bleibt, um dann bis zum November 1964 um 32,5 % abzusinken. Nach einem weiteren, jedoch geringeren Rückgang als im Vorjahr zeigt sich ab Februar 1965 wieder eine Zunahme der Individuenzahlen. Der Verlauf der H-Kurve bietet nun das schon bekannte Bild: bedeutend höhere Individuenzahlen, Anstieg während des Winters, Erreichen des Maximums vor dem der N-Kurve und daran anschließend der starke Abfall im Sommer. Im November setzt jedoch schon wieder die Aufwärtsbewegung zum Winter, d. h. zur Heizungsperiode hin, ein.

Abb. 5 zeigt die N- und H-Kurven der Dorylaimidae, als ebenfalls stacheltragende Formen. Es ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei den Tylenchiden, nur daß die zahlenmäßige Zunahme der H-Individuen bei weitem nicht so groß ist wie bei den Tylenchiden, wo die Maxima — 34 Individuen bei der N-Kurve und 151 Individuen bei der H-Kurve — bedeutend weiter auseinander liegen als die der Dorylaimidae mit fast 40 Tieren bei der N- und über 70 bei der H-Kurve.

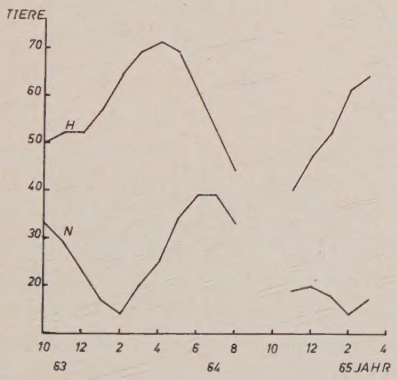

Abb. 5. Jahreskurven der Dorylaimidae des N- und H-Streifens.

Wie lassen sich nun diese Bestandsschwankungen innerhalb der edaphischen Nematoden deuten? Als erstes könnte man versuchen, einen direkten Einfluß der Temperatur auf die Nematoden anzunehmen. Wenn man die Jahrestemperaturkurven (ohne Abb.) heranzieht, erscheint dieser Schluß naheliegend, besonders wenn man die direkten Messungen bei der Probeentnahme im Heizungsstreifen und auf der Normalwiese, dargestellt in Abb. 6, mit berücksichtigt.

Zu ähnlichen Schlüssen kamen schon Seidenschwarz (1923), Burkhalter (1928), Paetzold (1955) und auch Stöckli (1952), die z. B. strengen Frost als unmittelbaren Bestandsminderer annehmen.

Wie bringt man jedoch andererseits diese Feststellungen mit der enormen Resistenz der Nematoden gegen tiefe Temperaturen und ihrer Anabiosefähigkeit in Einklang? Ich schließe mich hier der Ansicht von Sturhan (1963) an, der

einen direkten Einfluß tiefer Temperaturen für nicht ganz gerechtfertigt hält, sondern der in niedrigen Temperaturen einen Auslöser zu weitgehender Inaktivierung und Entwicklungshemmung sieht. Wenig verständlich erscheint mir hier die Ansicht von F r a n c é (1921) zu sein, nach der die Nematoden den Winter, wenigstens zur Zeit des Bodenfrostes, im Eizustand verbringen.

Daß keine rein jahreszeitliche Rhythmik in der Entwicklung der Erdnematoden vorliegt, wie S e i d e n s c h w a r z (1923) seinerzeit annahm, zeigt sich dadurch, daß die Anzahl der Nematoden im H-Streifen schon während des Winters, dank der milden Umgebungstemperaturen, kräftig zunimmt (Abb. 2). Abb. 6, die den %-Anteil der eiertragenden ♀♀ des Gesamtnematodenbestandes von N und H zeigt, möge dies noch verdeutlichen.

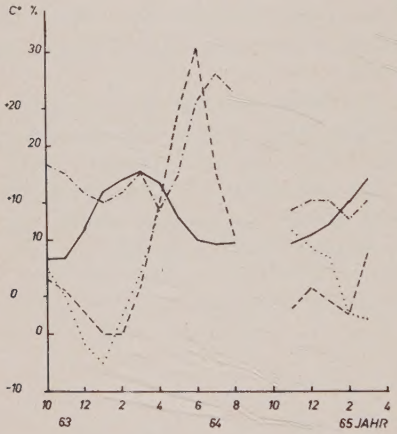

Abb. 6. Anteil der graviden ♀♀ des Gesamtnematodenbesatzes im Zusammenhang mit der Bodentemperatur bei Probenentnahme.

Gravide ♀♀ — N — — — —, H ———— Bodentemperatur N . . . . . H — . — . —

Es zeigt sich bei der N-Kurve ein Zurückgehen der graviden ♀♀ bis auf 0 % im Winter 1963/64. Ab Februar 1964 folgt ein starker Anstieg, der sein Maximum im Juni erreicht, um daraufhin ebenso stark zum Herbst hin wieder abzufallen. Der Winter 1964/65 läßt keinen so starken Einfluß wie den des Vorjahres erkennen; die Kurve der graviden ♀♀ fällt nicht bis auf 0 % ab. In der H-Kurve wird das Maximum der während des Winters 1963/64 ansteigenden Kurve schon im März 1964 erreicht, jedoch zeigt sich bei weitem keine so ausgesprochene Spitzenbildung des Maximums wie bei der N-Kurve, sondern der Kurvengipfel ist hier breiter und flacher ausgebildet. Der Abfall im Sommer und Herbst ist ebenfalls weniger stark ausgeprägt, und schon im November 1964 beginnt ein neuer Anstieg der Kurve. Die Abb. 7 und 8 bringen Kurven der graviden ♀♀ des N- und H-Bereiches der Cephalobidae und Mononchidae sowie der Tylenchidae und Dorylaimidae. Bis auf die Cephalobidae zeigt sich ebenfalls wieder eine starke Spitzenmaximabildung in den N-Kurven und eine etwas ruhigere, ausgeglichenere Entwicklung in den H-Kurven.

Ich glaube, anhand dieser Beispiele darlegen zu können, daß die Temperatur als bestandsregulierender Faktor bei den Nematoden eine wichtige Rolle spielt und zwar weniger über einen direkten dezimierenden Einfluß auf den Bestand, sondern durch Regulation der Vermehrungsfähigkeit.

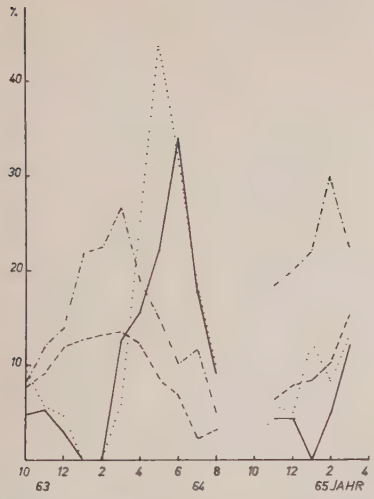

Abb. 7. Anteil der graviden ♀♀ der Tylenchidae und Dorylaimidae des N- und H-Streifens.

Tylenchidae Dorylaimidae
N _____ N . . . . . .
H — — — — H — . — . —

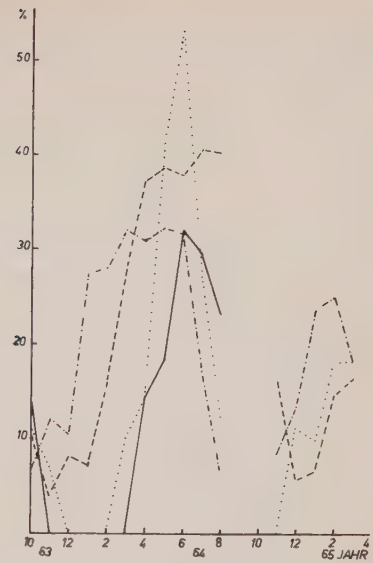

Abb. 8. Anteil der graviden ♀♀ der Cephalobidae und Mononchidae des N- und H-Streifens.

Cephalobidae Mononchidae
N _____ N . . . . . .
H — — — — H — . — . —

Kann man nun der Feuchtigkeit des Bodens und im Zusammenhang damit den Niederschlägen eine ähnliche Rolle zuschreiben wie dem Temperatureinfluß? Die meisten der genannten Autoren, so auch Paetzold (1955), schließen einen bestandsändernden Einfluß der Bodenfeuchtigkeit aus.

Auf Grund meiner Untersuchungen, gerade während des sehr trockenen und heißen Sommers 1964, wird man einen Einfluß der Bodenfeuchtigkeit, besonders im Zusammenhang mit hohen Temperaturen, die hier einen hohen Austrocknungsgrad verursachen, nicht ganz verneinen können.

Eigentlich müßte man bei derartigen Bestandsuntersuchungen nach den Literaturangaben ein dem Frühjahrsmaximum entsprechendes Herbstmaximum erwarten, mit einem Rückgang der Individuenzahlen während des Sommers. Doch gerade das bestätigt sich bei meinen Untersuchungen nicht. Sowohl im N- als auch im H-Streifen zeigt sich der gleiche starke hochsommerliche Rückgang der Individuenzahlen, von einigen genannten Ausnahmen abgesehen, dem im Herbst dann nicht der zu erwartende Anstieg folgt. Es scheint, als ob die starke Trockenheit des Sommers 1964, wie es auch in den Klimawerten für Erlangen (ohne Abb.) zum Ausdruck kommt, sich doch als stark bestandsmindernder Faktor ausgewirkt hat, und wenn wir an den starken Rückgang der eiertragenden ♀♀ im Sommer (Abb. 6) denken, so darf man ähnlich wie bei tiefen Temperaturen an eine indirekte Regulation über die Vermehrung denken.

Läßt sich nun der unterschiedliche Einfluß der Temperatur und Feuchtigkeit im H- und N-Bereich dazu heranziehen, auch die dort herrschenden unterschiedlichen Individuendichten zu erklären?

Wie wir bereits sahen, unterliegt der Nematodenbestand im Laufe des Jahres Schwankungen. Der Bestand wird bei Zunahme des Umweltwiderstandes, in unserem Fall tiefe Temperaturen und Trockenheit, kleiner, bei Abnahme desselben, wenn das Vermehrungspotential überwiegt, zahlenmäßig größer. Ursache für den Massenwechsel ist also nicht ein einzelner Faktor, sondern ein Komplex endogener und exogener Faktoren in Form der erblich festgelegten Reaktionsnorm der Arten und der unterschiedlichen Umwelteinflüsse.

Mit Minderung des Umweltwiderstandes, im H-Streifen also schon im Winter, wenn neben der aufrechterhaltenen Fortpflanzungstätigkeit auch das bessere Nahrungsangebot eine Rolle spielen mag (der Pflanzenwuchs im H-Streifen ist durch den Winter nicht in dem Maß unterbrochen wie im N-Bereich, und die Mikrofauna des Bodens, die vielen Nematoden als Nahrungsquelle dient, dürfte ihr, nach Francé (1912), durch Frost bedingtes Winterminimum nicht erreichen), wird die Wirkung der Selektion herabgesetzt und damit die Konstitution des Bestandes negativ beeinflußt. Die so in zunehmendem Maße zur Fortpflanzung gelangenden physiologisch schwachen Individuen können, neben der an sich schon größeren Anzahl normaler Tiere, zu einer höheren Individuendichte im H-Bereich während des Winters beitragen.

Vielleicht steht mit dieser angenommenen Vermehrung der physiologisch schwächeren Tiere auch das Auftreten eines parasitischen Pilzes *Arthrobotrys* spec. im Zusammenhang, der im Winter in vermehrtem Maße endoparasitisch bei den N-Nematoden vorkommt und eventuell die schwächeren Tiere stärker befällt, was jedoch nur eine Annahme ist.

Nach Ablauf der Heizungsperiode treten auch für die an gleichmäßige Bedingungen gewöhnten H-Nematoden normale Auslesebedingungen ein und die physiologisch schwächeren Individuen werden nun durch die für sie verschärften Selektionsbedingungen in ihrer Fortpflanzungstätigkeit mehr gehindert (bzw. ihnen sogar zum Opfer fallen) als die unter dauernd strengeren Selektionsbedingungen lebenden N-Tiere.

Wenn wir nochmals in Abb. 6 die Kurven der eitragenden ♀♀ betrachten, könnte man gegen das eben Gesagte einwenden, daß es hier doch so aussieht, als läge ein Entwicklungsschwerpunkt von ca. 5 Monaten Dauer vor, der durch den Einfluß des erwärmten H-Streifens nur eben in den Winter verschoben worden ist. Wenn man nur diese Kurve der graviden ♀♀ betrachten würde, könnte man ohne weiteres zu diesem Schluß kommen. Nehmen wir jedoch die Gesamtbesatzkurven sowie die aus Untersuchungen anderer Autoren resultierenden Fluktuationskurven hinzu, kann man diesen scheinbaren Entwicklungsschwerpunkt auch anders erklären:

Die H-Kurve zeigt zu einem Zeitpunkt, wo die N-Kurve einen steilen Anstieg hat, deshalb einen Rückgang, weil die H-Individuen nunmehr unter normale Bedingungen kommen und anschließend daran die sommerliche Trockenheit ihren Einfluß bemerkbar macht; deshalb kommt es überhaupt nicht mehr zu einem Anstieg der Kurve. Die starke Maximumspitze der N-Kurve dürfte auf die für die N-Bevölkerung nunmehr günstigen Bedingungen schließen lassen.

Zusammenfassend ließe sich sagen, daß die Klimafaktoren zu den wichtigsten Regulatoren des Massenwechsels der Nematoden zählen, also vorwiegend exogene Faktoren mit ihrem Einfluß über das Vermehrungspotential den Massenwechsel der Nematoden mitbestimmen. Weiteren Untersuchungen bleibt vorbehalten zu klären, ob nicht auch noch ein temperaturabhängiger Auslöser vorhanden ist, der bei einem Temperaturrückgang. schon bei relativ hohen Temperaturen, eine Minderung der Eizahlen verursacht (vgl. Abb. 6).

Zusammenfassung

In einem durch eine Fernheizleitung künstlich beheizten Wiesenstreifen wurde der Nematodenbestand über $1^1/_4$ Jahre hinweg monatlich untersucht. Zum Vergleich wurde dieselbe Untersuchung in dem danebenliegenden nicht beheizten Wiesenstück ausgeführt, im folgenden H = beheizt und N = nicht beheizt genannt.

Es zeigte sich, daß im H-Streifen eine Zunahme des Nematodenbestandes schon während der Wintermonate erfolgte, im Frühjahr und Frühsommer dagegen die Individuenzahlen abnahmen; im N-Streifen ergab sich im wesentlichen ein umgekehrtes Bild.

Untersuchungen über den prozentualen Anteil der graviden ♀♀ ergaben, daß die winterlichen Temperaturen in erster Linie über die Vermehrungstätigkeit einen bestandsregulierenden Einfluß ausüben. Dasselbe gilt auch für sommerliche Trockenperioden.

Eine selektionssenkende Wirkung der winterlichen Beheizung wird angenommen, die im H-Streifen auch physiologisch schwächere Tiere zur Fortpflanzung kommen läßt. Diese physiologisch schwächeren Tiere fallen nach Ablauf der Heizperiode den nunmehr verschärften Selektionsbedingungen leichter zum Opfer, was sich in einem Absinken der Individuenzahlen im H-Streifen zeigt. Die andauernd unter diesen Bedingungen lebenden Tiere des N-Streifens zeigen dagegen im Frühjahr einen Anstieg der Individuenzahlen.

Zusätzlich könnte noch ein temperaturabhängiger Auslöser in der H-Population bei Eintritt normaler Bedingungen, d. h. nach Abschalten der Heizung, was für den H-Streifen einen Temperaturrückgang bedeutet, zu einer Minderung der Eizahlen und damit zu einem Rückgang der Individuenzahlen führen.

Summary

In a part of a parc lawn artificially heated by an underground district heating, the number of nematodes was continuously checked for $1^1/_4$ years and the results compared with those of a non-heated part of the same lawn (H = heated and N = non-heated lawn).

It was made evident that there is an increase of the nematode numbers in the H-lawn with more or less a decrease in spring and summer, while in the N-lawn the results are reverse.

The percentage of the gravid ♀♀ proved that winter temperatures influence the reproduction rate of the nematodes so as to show a decrease. The same facts could be stated for high summer temperatures together with extensive evaporation.

The winter heating might have a decreasing influence on the effectiveness of the natural selection on the nematodes; therefore even physiologically weaker individuals may multiply but at the end of the heating period, with then normal

selection conditions, be reduced to a greater extent than the individuals of the N-lawn which are living throughout the whole winter under these conditions.

Another fact of the reduction of the H-population in spring might be a temperature guided internal releaser which is bound to a reduction in temperature, like it occurs in the H-lawn when the heating is stopped. This releaser causes a decrease of the multiplication rate when the H-nematodes are entering normal conditions, i. e. when the artificial heating is stopped in spring.

Literatur

Andrássy, J., Quantitative und produktionsbiologische Untersuchungen der im Waldboden lebenden Nematoden. Kézirat, 1957, 270 pp.

—, Taxonomische Übersicht der Dorylaimen (Nematoda) I. Acta zool. Acad. Sci. Hung. 5. 1959, 191–240.

—, Taxonomische Übersicht der Dorylaimen (Nematoda) II. Acta zool. Acad. Sci. Hung. 6. 1960, 1–28.

Bassus, W., Untersuchungen über die Nematodenfauna mitteldeutscher Waldböden. Wiss. Ztschr. Humboldt-Univ. Berlin, Mathem.-naturwiss. Reihe 11. 1962 a, 145 bis 177.

—, Über die Vertikalverteilung und den Massenwechsel der Nematoden in Waldböden Mitteldeutschlands. Nematologica 7. 1962 b, 281–293.

—, Zur Bodenfauna degradierter Waldbestände. Pedobiologia 3. 1964, 245–255

Burkhalter, M., Die Verbreitung der freilebenden Erdnematoden in verschiedenen Geländearten im Massif der Rochers de Naye (2045 m). Rev. suisse Zool. 35. 1928, 389–437.

Diem, K., Untersuchungen über die Bodenfauna in den Alpen. Diss. Zürich, 1903, 187 pp.

Dieter, A., Über Aspektfolgen parasitischer Nematodenarten in baumschulmäßig genutzten Böden. Wiss. Ztschr. Univ. Halle, Mathem.-naturwiss. Reihe 8. 1959, 1099–1102.

Francé, R. H., Studien über edaphische Organismen, Centralbl. Bakt. II. Abt. 32. 1912, 1–7.

—, Das Edaphon. 2. Aufl. Stuttgart 1921. 99 pp.

Franz, H., Untersuchungen über die Kleintierwelt ostalpiner Böden. Zool. Jahrb., Abt. Syst., Ökol., Geogr., Tiere 75. 1942, 365–546.

—, Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. Berlin 1950, Akademieverlag, 316 pp.

Franz, H., und Beier, M., Zur Kenntnis der Bodenfauna im pannonischen Klimagebiet der Ostmark. I. Die freilebenden Erdnematoden. Zool. Jahrb., Abt. Syst., Ökol., Geogr. Tiere 75. 1942, 349–364.

Frenzel, G., Untersuchungen über die Fauna schlesischer Wiesenböden. Inaug.-Diss., Univ. Breslau, 1936.

Goodey, T., Soil and freshwater nematodes. Second edition, revised by J. B. Goodey. London. (New York) 1963. 544 pp.

Meyl, A., Die freilebenden Erd- und Süßwassernematoden (Fadenwürmer). In: Die Tierwelt Mitteleuropas (Brohmer, Ehrmann und Ulmer), Quelle & Meyer, Leipzig 1961, 273 pp.

Micoletzky, H., Die freilebenden Erdnematoden. Arch. Naturgesch., Abt. A, 87. 1921, 70–80.

Overgaard-Nielsen, C., Studies on the soil microfauna II. The soil inhabiting nematodes. Natura Jutlandica 2. 1949, 1—131.

Paetzold, D., Untersuchungen an freilebenden Nematoden der Salzwiese bei Aseleben. Wiss. Ztschr. Univ. Halle, Mathem.-naturwiss. Reihe, 4. 1955, 1057—1090.

Schneider, W., Würmer oder Vermes. II.: Fadenwürmer oder Nematoden. I. Freilebende und pflanzenparasitische Nematoden. In „Die Tierwelt Deutschlands" (Dahl) 36. 1939, 260 pp.

Seidenschwarz, L., Jahreszyklus freilebender Nematoden einer Tiroler Alpenwiese. Arb. Zool. Inst. Innsbruck 1. 1923, 35—71.

Stöckli, A., Studien über Bodennematoden mit besonderer Berücksichtigung des Nematodengehaltes von Wald-, Gründland- und ackerbaulich genutzten Böden. Ztschr. Pfl.ernährg., Düngg., Bodenkunde 59. 1952, 97—139.

Sturhan, D., Der pflanzenparasitische Nematode *Longidorus maximus*, seine Biologie und Ökologie, mit Untersuchungen an *L. elongatus* und *Xiphinema diversicaudatum*. Ztschr. angew. Zool. 50. 1963, 129—193.

Tarjan, A. C., Check list of plant and soil nematodes. University of Florida Press, Gainesville 1960, 200 pp.

Thompson, M., The soil population. An investigation of the Biology of the Soil in certain districts of Aberystwyth. Ann. appl. Biol. 11. 1924, 349—394.

Thorne, G., A monograph of the nematodes of the superfamily Dorylaimoidea. Capita Zool. 8. 1939, 1—261.

Thorne, G., and Swanger, H. H., A monograph of the nematode genera *Dorylaimus* Dujardin, *Aporcelaimus* n. g., *Dorylaimoides* n. g. and *Pungentus* n. g. Capita Zool. 6. 1936, 1—223.

Volz, P., Untersuchungen über die Microschichtung der Fauna von Waldböden. Zool. Jahrb., Abt. Syst., Ökol., Geogr., Tiere, 66. 1934, 153—210.

—. Untersuchungen über die Mikrofauna des Waldbodens (Nematoden, Thekamöben). Zool. Jahrb., Abt. Syst., Ökol., Geogr., Tiere, 79. 1951, 514—566.

Z. Morph. Ökol. Tiere 58, 109—143 (1966)

VERGLEICHENDE FAUNISTIK UND ÖKOLOGIE DER DORYLAIMIDEN DER UMGEBUNG ERLANGENS (NEMATODA, DORYLAIMIDA)

Manfred Ebert
Zoologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg

Eingegangen am 11. Juni 1966

Inhalt

A. Einleitung 109
B. Material und Methode 110
C. Vergleichende Faunistik und Ökologie der Dorylaimiden 111
I. Die Verbreitung der Dorylaimiden in den verschiedenen Biotopen . . 111
II. Vergleich der vier hauptsächlichsten Lebensgemeinschaften 132
III. Zur Verteilung der Nematoden 133
D. Gesamtliste der beobachteten Arten 138
Zusammenfassung 140
Summary 141
Literatur 141

A. Einleitung

Die Nematodenforschung erlangt heute immer größere Beachtung. Die Forschungsergebnisse über Biologie und Ökologie der phytoparasitären Nematoden sind von großer wirtschaftlicher und praktischer Bedeutung; es sei hier nur an die internationale Zusammenarbeit zur Bekämpfung und Kontrolle des Kartoffelnematoden erinnert. Die Untersuchungen über den Anteil der nicht pflanzenparasitischen, freilebenden, terrestrischen Nematoden sind dagegen weitaus geringer. Die Forschungen von Seidenschwarz (1923); Volz (1934, 1951); Frenzel (1936); Franz (1942, 1950) und Overgaard-Nielsen (1949) sowie neuerdings auch Bassus (1962a/b), um einige der wichtigsten Autoren zu nennen, sind zu nahezu klassischen Arbeiten auf diesem Gebiet der Nematologie geworden.

Alle diese Arbeiten beziehen sich auf den gesamten Bestand an freilebenden Nematoden in einem oder in mehreren Lebensräumen. Bei meinen Untersuchungen wurde nun versucht, eine Gruppe der freilebenden Erdnematoden, die Dorylaimida, in den verschiedensten Lebensräumen in der Umgebung Erlangens, d.h. in Mittelfranken, unter faunistisch-ökologischen Gesichtspunkten möglichst vollzählig zu erfassen.

Für die Überlassung des Themas und die verständnisvolle Förderung der Arbeit möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H.-J. Stammer, meinen

ergebensten Dank aussprechen. Herrn Priv.-Doz. Dr. G. Osche und Herrn Dr. D. Sturhan, die durch Diskussionen und Hinweise wesentlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben, möchte ich an dieser Stelle nochmals herzlich danken.

B. Material und Methode

Die Materialbeschaffung wurde im Zeitraum von knapp 2 Jahren in 14 verschiedenen Biotopen durchgeführt. Um vergleichbare ökologische Daten zu erhalten, wurde die Untersuchung auf bestimmte repräsentative Standorte beschränkt. An jedem Standort wurden innerhalb des Untersuchungszeitraumes pro Jahreszeit je 2—5 Parallelproben von 100 cm^3 aus 0—10 cm Tiefe entnommen, wobei darauf geachtet wurde, die Proben von verschiedenen Örtlichkeiten der Standorte zu ziehen. Die Auswertung der Proben — die Parallelproben wurden nicht zu Mischproben vereinigt, um dadurch ökologische Feinheiten nicht zu verwischen — wurde nach einem modifizierten Baermann- sowie nach dem verbesserten Seinhorst-Verfahren (Seinhorst, 1962) durchgeführt. Bei der modifizierten Baermann-Methode wurden Siebe von 12 cm Durchmesser, Maschenweite 1mm, in eine mit Wasser gefüllte Petrischale gestellt. Kunststoffklötzchen zwischen Schalenboden und Siebboden stellten einen Abstand von ca. 10 mm her. Auf das Sieb wurde ein Nematodenfilter (Fabrikat: Brocades-Stheeman, Holland) gelegt. Von der zu untersuchenden Bodenprobe wurden 10 cm^3 auf das Nematodenfilter gebracht und gleichmäßig in dünner Lage verteilt. Der Wasserspiegel in der Petrischale wurde so einreguliert, daß die Probe eben von Wasser bedeckt war. Im Zeitraum von 30—40 Std befinden sich die aktiv beweglichen Nematoden im Wasser der Petrischale, während die Bodenpartikel fast vollständig zurückgehalten werden.

Diese Methode hat vor der Trichtermethode den Vorteil, daß hier der Sauerstoffgehalt des Wassers in der Petrischale größer ist als derjenige im engen Trichterhals und somit empfindlichere Formen weniger geschädigt werden. Vergleichende Untersuchungen mit Ausschlämmungen der Proben im Seinhorstgerät ergaben für die zu untersuchenden Arten keine signifikanten Unterschiede. Das nematodenhaltige Wasser wurde auf 10 cm^3 eingeengt; davon wurde nach gründlichem Aufschütteln 1 cm^3 entweder in der Hawksley-Zählkammer oder in einem Schälchen mit Quadratnetzboden untersucht. Der Rest wurde in der Petrischale nochmals durchgemustert, um einzelne Vertreter größerer Arten, die beim Aufschütteln einer gleichmäßigen Verteilung entgangen sein mochten, gleichfalls aufzufinden.

Die Bestimmung der Arten wurde hauptsächlich nach Thorne u. Swanger (1936), Thorne (1939), Goodey (1963), Meyl (1960) sowie Andrassy (1959, 1960) durchgeführt.

Um Hinweise auf Zusammenhänge und Abhängigkeiten der einzelnen Arten untereinander sowie mit den verschiedenen Biotopen zu erhalten, wurden folgende zoocönologische Charakteristika ausgewählt:

Als Charakteristikum der absoluten Menge die Abundanz A = Anteil der Individuen pro Raumeinheit.

Als Charakteristikum der relativen Menge die Dominanz D = prozentualer Anteil einer Art am Gesamtbestand.

Als strukturelle Charakteristika wurden gewählt:

Konstanz K: Prozentuale Anwesenheit in den Gesamtproben. Dispersionsquotient (DQ): Charakterisiert die heterogene Verteilung einer Art.

$$DQ = \frac{^2/_3 \text{ Grundbestand in } x \text{ Proben}}{\text{Zahl der besiedelten Proben}}$$

Der Ähnlichkeitsquotient (Quotient of Similarity, QS) gibt die Artidentität der einzelnen Biotope in Prozent an.

$$QS = \frac{2c}{a+b} \cdot 100$$

a Artenzahl des ersten Standortes; b Artenzahl des zweiten Standortes; c Zahl der für beide Standorte gemeinsamen Arten.

A, D, K, DQ wurden in den Originalfaunenlisten für jede Art ermittelt. Diese Originallisten, die die 14 Biotope nochmals nach den untersuchten Standorten aufschlüsseln, können wegen des zu großen Umfanges und um das ohnehin schon reichliche Tabellenmaterial zu begrenzen nicht gedruckt werden. Auf Zusammenhänge, die sich aus diesen Einzellisten ergeben, wird jedoch im Text eingegangen. Die statistische Sicherung der Ergebnisse wurde bei Vergleichen der Unterschiede von Individuen- und Artenzahlen mittels Berechnung der Signifikanz und des Standardfehlers der Differenzen durchgeführt. Zur Überprüfung, ob zufällige Verteilung vorliegt, wurde die Poisson-Verteilung herangezogen; der Unterschied zwischen beobachteter und erwarteter (Poisson) Häufigkeit wurde mittels der χ^2-Methode gesichert (Andrewartha, 1961; Dowdeswell, 1959; Mudra, 1958).

C. Vergleichende Faunistik und Ökologie der Dorylaimiden

I. Die Verbreitung der Dorylaimiden in den verschiedenen Biotopen

Es wurden folgende Biotopeinteilungen vorgenommen:

1. Moosboden
2. Fichtenwald
3. Fichten-Kiefernmischwald
4. Kiefernwald
5. Buchenwald
6. Laubmischwald
7. Bruchwald
8. Kornfeld
9. Klee-Luzernefeld
10. Kartoffelacker
11. Auenwiese
12. Parkwiese
13. Wiese (Mähwiese)
14. Waldwiese

1. Moosboden (Biotop 1), Probenzahl 35, Tabelle 1[1]

Es wurden zwei Standorte untersucht: Rathsberg 16 Proben, Alte Veste 19 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Arten 15.

Ein Vergleich der beiden untersuchten Standorte ergibt bezüglich der Bestandesbildner eine gute Übereinstimmung. Bei Betrachtung der zoocönologischen Charakteristika muß berücksichtigt werden, daß die Dominanz nicht für die gesamte Nematodenpopulation dieses Biotops Geltung hat, sondern eben nur für die untersuchten Dorylamiden, da bei Berechnung der Dominanz die Gesamtindividuenzahl mit eingeht, während die Werte der Abundanz, Konstanz und des Dispersionsquotienten von der Beschränkung auf einen Ausschnitt der Gesamtpopulation nicht beeinflußt werden, da bei deren Berechnung eine Raumeinheit resp. Probenzahl zugrunde liegt. Normalerweise kann man Arten mit einer Dominanz $> 1\,\%$ als bestandesbildende Formen ansehen.

[1] Die wichtigen Bestandesbildner in Tabelle 1—17 sind durch die Werte der zoocönologischen Charakteristika A, D, K, DQ gekennzeichnet.

Tabelle 1

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. carteri	81	2	22	83	0,40
Mononchus papillatus	72	2	20	63	0,51
Tripyla papillata	56	1	15	54	0,39
Tripyla monohystera	36	1	10	54	0,42
Eudoryl. bryophilus	28	1	8	31	0,42
Prionchulus muscorum	27	0,8	7	29	0,40
Ironus ignavus	19	0,5	5	29	0,40
Tylencholaimus mirabilis	12	—	—	—	—
Mononchus macrostoma	11	—	—	—	—
Aporcelaimus eurydoris	7	—	—	—	—
Eudoryl. obtusicaudatus	7	—	—	—	—
*Eudoryl intermedius**	5	—	—	—	—
*Tripyla setifera**	3	—	—	—	—
Eudoryl. acuticauda	2	—	—	—	—
*Enchodelus macrodorus**	1	—	—	—	—
Gesamtsumme	367				

* Arten kamen nicht in allen Standorten vor.

Diese Arten zeichnen sich im allgemeinen auch durch höhere Konstanzwerte von über 50% aus; man kann sie im Sinne Tischlers (1955) als Leitformen bezeichnen. Da das Auftreten dieser Arten im Untersuchungsgebiet in verschiedenen Biotopen jedoch ähnliche Ausmaße annimmt, können sie nicht als biotopcharakteristisch zu Vergleichen herangezogen werden. Wichtiger sind die typischen Artenkombinationen der Bestandesbildner, die in den verschiedenen Biotopen durchaus Unterschiede zeigen, obwohl die ubiquitären Vertreter meistens daran beteiligt sind. In Tabelle 1 sehen wir die Hauptbestandesbildner und deren Artenkombinationen für Moosboden.

Eudorylaimus carteri, *Mononchus papillatus* und *Tripyla papillata* bilden 56% der Gesamtpopulation.

Die Gruppe mit *Tripyla monohystera*, *Eudorylaimus bryophilus* und *Prionchulus muscorum* machen 25% des Gesamtbestandes aus. Die Arten 7—15 fallen mit 19% nicht mehr ins Gewicht; interessant ist hier das Auftreten von *Ironus ignavus* als typische feuchtigkeitsliebende Form.

Volz (1951) bringt in vergleichbaren Proben *Mononchus papillatus*, *Eudorylaimus parvus*, *E. carteri*, *E. tritici* und *Alaimus primitivus* als im Moosboden vorkommende Dorylaimiden. Man sieht eine gewisse Übereinstimmung der wichtigeren Arten.

Bei der Charakterisierung eines Biotops durch eine Gruppe der Nematoden ergeben sich durch die zahlreichen ubiquitären Vertreter

große Schwierigkeiten. Wie wir bei den folgenden Biotopbesprechungen immer wieder sehen werden, ist kein Biotop durch eine oder mehrere für ihn besonders charakteristische Arten gekennzeichnet.

Findet sich bei meinen Untersuchungen einmal eine Art, die nur in einem Biotop vorkommt, so sind in der Literatur zahlreiche Hinweise auf andere Fundorte der betreffenden Art zu finden. Nur mit Hilfe der unterschiedlichen Häufigkeit der einzelnen Arten und der Artenkombinationen kann man einen Biotop einigermaßen kennzeichnen.

Die Artidentitäts-Werte (Tabelle 23) ergeben bei Moosboden im Vergleich mit den anderen Biotopen ziemlich niedere QS-Werte, was darauf hinweist, daß Moosboden, abgesehen von den Ubiquisten, doch einen ziemlich isolierten Biotop darstellt.

2. Fichtenwaldboden (Biotop 2), Probenzahl 61, Tabelle 2

Es wurden 4 Standorte untersucht: Cadolzburg 15 Proben, Alte Veste 12 Proben, Ammerndorf 18 Proben, Neunkirchen/Brand 16 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimiden-Arten: 10.

Tabelle 2

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. carteri	99	1,7	26	60	0,51
Eudoryl. obtusicaudatus	93	1,6	30	79	0,41
Mesodoryl. bastiani	23	0,4	7	18	0,39
Mononchus papillatus	18	0,3	6	28	0,65
Prionchulus muscorum	17	0,3	6	16	—
*Aporcelaimus superbus**	16	—	—	—	—
*Tripyla filicaudata**	15	—	—	—	—
*Eudoryl. parvus**	12	—	—	—	—
*Aporcelaimus eurydoris**	7	—	—	—	—
*Alaimus primitivus**	7	—	—	—	—
Gesamtsumme	307				

Da sich die Artenkombination in den vier Standorten gleichen, darf auf eine einheitliche Dorylaimidenfauna, mit natürlichen Standortsunterschieden geschlossen werden. Zu ähnlichen Schlüssen gelangt auch Bassus (1962a), der die gesamte Nematodenfauna verschiedener mitteldeutscher Waldböden, u.a. auch Fichtenwaldboden, seinen Untersuchungen zugrunde legte. Innerhalb der Dorylaimiden ist auch bei Bassus (1962a) *Eudorylaimus carteri* der häufigste Vertreter. Eine Verschiebung der Abundanzen von *Eudorylaimus carteri* und *E. obtusicaudatus* in den Standorten Cadolzburg und Alte Veste läßt eventuell Schlüsse auf ein konkurrierendes Verhalten dieser beiden verwandten Arten zu.

3. Fichten-Kiefernmischbestand (Biotop 3), Probenzahl 61

Tabelle 3

Es wurden vier Standorte untersucht: Alte Veste 20 Proben, Cadolzburg 16 Proben, Sebalder Wald 17 Proben, Erlangen 17 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimidenarten: 12.

Tabelle 3

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. obtusicaudatus	325	5	45	88	0,50
Eudoryl. carteri	204	3	28	76	0,53
Alaimus primitivus	80	1	10	46	0,58
Mononchus papillatus	38	0,5	5	17	0,50
*Mesodoryl. bastiani**	23	0,3	3	14	0,30
Prionchulus muscorum	22	0,3	3	9	0,33
*Eudoryl. parvus**	35	—	—	—	—
Aporcelaimus superbus	15	—	—	—	—
Tripyla filicaudata	15	—	—	—	—
*Tylencholaimus mirabilis**	10	—	—	—	—
*Tripyla setifera**	3	—	—	—	—
*Aporcelaimus eurydoris**	2	—	—	—	—
Gesamtsumme	772				

Man kann auch hier wieder die Standorte unter einheitlichen Gesichtspunkten betrachten.

Mit den Ergebnissen von Bassus (1962a) und Overgaard-Nielsen (1949) besteht eine gewisse Übereinstimmung in der Reihung der Hauptbestandesbildner. Berechnet man die Artidentität (Tabelle 23) zwischen Fichten- und Fichten-Kiefernwald, so ergibt sich größte Übereinstimmung (QS = 91). Die geringere Übereinstimmung zwischen Kiefern- und Fichten-Kiefernwald (QS = 69) weist auf den größten Einfluß der Fichte in derartigen Mischbeständen hin.

Hinsichtlich der zahlenmäßigen Unterschiede einzelner Arten im Fichten- resp. Fichten-Kiefernwald ergeben sich trotz des QS von 91 statistisch signifikante Unterschiede für die Gruppe *Dorylaimus* s. l., *Alaimus* und den Gesamtindividuenzahlen (Tabelle 22).

Diese Gruppen scheinen auf die unterschiedliche Rohhumuszusammensetzung mit einer erhöhten bzw. verminderten Vermehrung zu reagieren.

4. Kiefernwald (Biotop 4), Probenzahl 73, Tabelle 4

Es wurden vier Standorte untersucht: Sebalder Wald 20 Proben, Erlangen 19 Proben, Dechsendorf 17 Proben, Alte Veste 17 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimiden-Arten 11.

Tabelle 4

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. carteri	165	2	32	71	0,39
Eudoryl obtusicaudatus	126	2	25	76	0,46
Mononchus papillatus	65	1	13	51	0,44
Aporcelaimus superbus	31	0,4	6	18	—
Prionchulus muscorum	28	0,4	6	26	0,46
*Tylencholaimus minimus**	25	0,3	14	14	0,40
*Tripyla filicaudata**	20	—	—	—	—
Eudoryl. parvus	18	—	—	—	—
*Nygolaimus hartingii**	5	—	—	—	—
*Tylencholaimus stecki**	3	—	—	—	—
Gesamtsumme	509				

Das einheitliche Bild bleibt in bezug auf die wichtigeren Arten in den vier Standorten gewahrt.

Die relativ hohen QS-Werte (Tabelle 23) zeigen eine gute artliche Übereinstimmung mit den beiden anderen Nadelwaldbiotopen. Vom Fichten-Kiefernwald gibt es signifikante Unterschiede in den Individuenzahlen bei *Dorylaimus* s. l., *Mononchus*, *Alaimus* und bei den Gesamtindividuenzahlen, vom Fichtenwald bei *Dorylaimus* s. l. und den Gesamtindividuenzahlen (Tabelle 22).

Gesamtbetrachtung der Nadelwaldböden

Wie man beim Vergleich der einzelnen Nadelwaldbiotope feststellt, besteht hinsichtlich der Artenzusammensetzung eine nennenswerte Einheitlichkeit. Unterschiede zeigen sich in der Reaktion einzelner Arten auf Änderung der Rohhumuszusammensetzung durch die verschiedene Spreu der Nadelwälder, d.h. die Individuenzahl der einzelnen Arten differieren häufig signifikant voneinander von Waldart zu Waldart (Tabelle 22).

Um nun zu einer einheitlichen Betrachtung der Nadelwaldböden zu kommen und um eine spätere vergleichende Betrachtung mit anderen Bodentypen zu erleichtern, wird das durch geographische und ökologische Unterschiede vielfältige Einzelmaterial zusammengefaßt

Tabelle 5 bringt die im Nadelwald wichtigen Arten in fallender Häufigkeit. Mit großem Abstand stehen die beiden Hauptbestandesbildner *Eudorylaimus obtusicaudatus* und *E. carteri* mit 63% der Gesamtpopulation an der Spitze. Eine zweite Gruppe bilden *Mononchus papillatus* und *Alaimus primitivus* mit 15%. Die folgenden vier Arten *Prionchulus muscorum, Eudorylaimus parvus, Aporcelaimus superbus* und *Tripyla filicaudata* erreichen nur noch 12%. Die Arten 9—11 der Tabelle 4 sind wie die sonstigen vier Arten mit zusammen 10% von untergeordneter Bedeutung.

Tabelle 5. *Die im Nadelwald vorkommenden häufigsten Arten (Biotop 2—4)*

Lfd. Nr.	Art	Gesamtzahl
1	*Eudorylaimus obtusicaudatus*	544
2	*Eudorylaimus carteri*	468
3	*Alaimus primitivus*	110
4	*Mononchus papillatus*	101
5	*Prionchulus muscorum*	67
6	*Eudorylaimus parvus*	65
7	*Aporcelaimus superbus*	62
8	*Tripyla filicaudata*	56
9	*Mesodorylaimus bastiani*	46
10	*Tylencholaimus minimus*	25
11	*Tylencholaimus mirabilis*	10
12	Sonstige (4 Arten)	15
		1569

Bei der Untersuchung des Gesamtnematodenbestandes des Nadelwaldes durch Bassus (1962a) werden die Dorylaimiden und Alaimiden als regelmäßig vorhanden, aber ohne wesentliche Bedeutung für das Faunenbild eingestuft. Bassus findet eine größere Artenmannigfaltigkeit der Mischbestände, die er nicht als besondere Ausbildungsform der Nematodenfauna betrachtet. Er führt dies auf eine stärkere Entwicklung der potentiell vorhandenen Nematoden infolge günstigerer Lebensbedingungen zurück. Für die verschiedenen Standorte ergibt sich bei Bassus in bezug auf den Gesamtnematodenbesatz eine einheitliche Nematodenbesiedlung in qualitativer Hinsicht. Dieselben Schlüsse lassen sich ebenfalls in bezug auf die von mir untersuchte Dorylaimidenfauna ziehen, die vermehrten Individuenzahlen in den Fichten-Kiefernmischbeständen treten bei mir ebenfalls auf.

Bei Overgaard-Nielsen (1949) steht in vergleichbaren Rohhumusproben *Eudorylaimus obtusicaudatus* innerhalb der Gesamtpopulation an der Spitze, an 4. Stelle *Alaimus primitivus*, an 7. Stelle *Eudorylaimus carteri*, an 12. Stelle *Mononchus papillatus*, an 15. Stelle *Eudorylaimus tritici*, der von Bassus und mir nicht gefunden wurde. Bei Paesler (1959), der nur das Auftreten von Arten in seinen Proben angibt, findet man für den Standort Fichtenwald *Prionchulus muscorum* und *Eudorylaimus carteri*.

Versucht man einen bestimmten Biotop mittels seiner Nematodenfauna zu beschreiben, so ist bei der Aufstellung stenotoper Charakterarten große Zurückhaltung zu üben, da ein Auftreten in anderen Biotopen immer möglich ist, wie sich aus Literaturangaben für viele Arten unschwer entnehmen läßt. Wichtig für die Beschreibung eines Biotops ist jedoch die charakteristische Artenzusammensetzung, die durch höhere

Dominanz- und Konstanzwerte dieser Arten bestimmt wird. Die schon besprochene Tabelle 5 kommt bei der Berücksichtigung nur einer Nematodenordnung naturgemäß zu höheren Werten als z. B. die entsprechenden Listen bei Bassus (1962a) für die Gesamtnematodenfauna. Hier treten *Eudorylaimus carteri* und *Alaimus primitivus* an 1. und 2. Stelle der Dorylaimidenarten (13. und 14. Stelle der insgesamt 17 Arten) für die im Nadelwald aufgeführte typische Artenkombination auf.

Die einzelnen Glieder des Nadelwaldkomplexes zeigen größere Unterschiede in den abiotischen Umweltfaktoren, vom dunklen, feuchten und kühlen Fichtenwald bis zum hellen, warmen und trockenen Kiefernwald.

Trotzdem ist die Dorylaimidenfauna, ebenso wie die Gesamtnematodenfauna, in diesen Gebieten ziemlich einheitlich, das Artenspektrum ist also einigermaßen ähnlich (Tabelle 1, 23); lediglich die Individuendichte dürfte durch diese unterschiedlichen abiotischen Faktoren beeinflußt werden.

5. Buchenwald (Biotop 5), Probenzahl 67, Tabelle 6

Es wurden vier Standorte untersucht: Erlangen 16 Proben, Vorra 12 Proben, Gräfenberg 19 Proben, Fürth 20 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimiden-Arten: 13.

Tabelle 6

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. carteri	426	6	44	81	0,31
Eudoryl. obtusicaudatus	165	2	17	58	0,37
Mononchus papillatus	77	1	8	22	0,41
Eudoryl. centrocercus	59	1	6	24	0,39
Alaimus primitivus	57	0,9	6	36	0,43
Tylencholaimus mirabilis	51	0,8	5	33	0,43
Prionchulus muscorum	33	0,5	3	22	0,42
*Tylencholaimus minimus**	32	—	—	—	—
Mesodoryl. bastiani	26	—	—	—	—
Eudoryl. parvus	21	—	—	—	—
Aporcelaimus superbus	19	—	—	—	—
*Tripyla arenicola**	7	—	—	—	—
Mylonchulus brachyuris	4	—	—	—	—
Gesamtsumme	977				

Im Hinblick auf die wichtigsten Arten können die Buchenstandorte als einheitlich betrachtet werden. Interessant ist, daß *Eudorylaimus carteri* als der Hauptbestandsbildner hier den niedrigsten DQ-Wert hat, da er, trotz der hohen Konstanz von 81%, ziemlich uneinheitlich in den Proben vertreten ist.

Die Gattung *Eudorylaimus* hat eine Gesamtdominanz von 69%, was die Bedeutung dieser Gattung in diesem Biotop unterstreicht.

Die Bestandesbildner ergeben ein ausgeglichenes, in den verschiedenen Standorten sich wiederholendes Artengemisch. Bei Bassus (1962a) kommen bei insgesamt 16 aufgeführten Nematodenarten *Eudorylaimus carteri* an 10., *Tylencholaimus mirabilis* an 11., *Alaimus primitivus* an 14. und *Eudorylaimus obtusicaudatus* an 16. Stelle der Artenkombination (der Gesamtnematodenpopulation) für Buchenwald.

Bei Paesler (1959) kommen *Mononchus papillatus* und *Eudorylaimus obtusicaudatus* in allen beiden untersuchten Buchenwaldproben vor, während die folgenden Arten nur in einer der beiden Proben auftreten: *Tripyla filicaudata, Tripyla intermedia, Mesodorylaimus bastiani, Eudorylaimus carteri, Eudorylaimus similis, Eudorylaimus tritici, Aporcelaimus eurydoris, Tylencholaimus minimus, Nygolaimus hartingii, Longidorus elongatus*. Da keine Individuenzahlen angegeben sind, können die Bestandsbildner nicht verglichen werden, das Artenspektrum allein zeigt jedoch eine gute Übereinstimmung mit den von mir gefundenen Arten.

6. Laubmischwald. Buche, Eiche, Birke, Hainbuche, dichte Bodenvegetation (Biotop 6) Probenzahl 67, Tabelle 7

Es wurden vier Standorte untersucht: Erlangen 15 Proben, Rathsberg 20 Proben, Alte Veste 17 Proben, Adelsdorf 15 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimiden-Arten: 18.

Tabelle 7

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. carteri	116	2	19	58	0,58
Eudoryl. centrocercus	76	1	12	34	0,35
Anatonchus tridentatus	56	1	9	34	0,40
Alaimus primitivus	56	1	9	34	0,47
Tripyla setifera	52	0,8	8	25	0,53
Eudoryl. obtusicaudatus	47	0,7	8	33	0,55
Mononchus papillatus	44	0,7	7	31	0,48
Prionchulus muscorum	37	—	—	—	—
Tripyla filicaudata	37	—	—	—	—
*Aporcelaimus regius**	30	—	—	—	—
*Eudoryl. parvus**	28	—	—	—	—
*Tylencholaimus mirabilis**	15	—	—	—	—
*Amphidelus dolichurus**	13	—	—	—	—
Mesodoryl. hofmaenneri	8	—	—	—	—
*Longidorus elongatus**	6	—	—	—	—
*Aporcelaimus superbus**	5	—	—	—	—
*Tylencholaimus stecki**	3	—	—	—	—
*Tripyla papillata**	1	—	—	—	—
Gesamtsumme	630				

Die Gesamtdominanz der Gattung *Eudorylaimus* beträgt 44%. Bassus (1962a) gibt eine auffallende Artenarmut der Dorylaimiden an, eine Erscheinung, die bei meinen Untersuchungen nicht auftritt. Man findet mehr Arten als im Buchenwald; von den bisher behandelten Biotopen tritt im Laubmischwald die reichste Artenzahl mit 18 Arten auf. Im Buchenwaldboden hatte man höhere Individuenzahlen, was auf die einseitige starke Entwicklung von *Eudorylaimus carteri* zurückzuführen ist. Die QS-Werte (Tabelle 23) zeigen mit 52% eine mittlere Artidentität von Buchen- und Laubmischwald. Hinsichtlich der Bestandesbildner herrscht eine gute Übereinstimmung. Die Differenzen der Individuenzahlen der verschiedenen Gruppen der Tabelle 22 sind signifikant für die Tripylen, *Dorylaimus* s. l. und die Gesamtindividuenzahlen; keine Signifikanz ist bei den Mononchiden und Alaimiden zu finden. Wie schon bei den verschiedenen Nadelwaldtypen scheinen sich die unterschiedlichen Lebensbedingungen in den wechselnden Individuenzahlen auszudrücken.

7. Bruchwald (Biotop 7), Probenzahl 16, Tabelle 8

Es wurde ein Standort untersucht: Brucker Lache 16 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimiden-Arten: 16.

Tabelle 8

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Doryl. stagnalis	25	2	22	75	0,25
Tripyla monohystera	17	1	15	60	0,50
Aporcelaimus eurydoris	9	0,6	8	38	0,50
Mononchus macrostoma	9	0,6	8	12	—
Eudoryl. obtusicaudatus	8	0,5	7	31	0,40
Doryl. filiformis	8	0,5	7	12	—
Eudoryl. centrocercus	7	0,4	6	19	0,67
Ironus ignavus	5	0,3	4	19	—
Alaimus primitivus	5	0,3	4	19	0,33
Mononchus papillatus	5	—	—	—	—
Amphidelus dolichurus	5	—	—	—	—
Tripyla filicaudata	3	—	—	—	—
Mesodoryl. bastiani	3	—	—	—	—
Tylencholaimus minimus	2	—	—	—	—
Prionchulus muscorum	2	—	—	—	—
Anatonchus tridentatus	1	—	—	—	—
Gesamtsumme	112				

Es ergibt sich ein völlig abweichendes Bild; die in anderen Laubwaldböden bedeutungsvolleren Dorylaimiden gehen stark zurück, so z. B. *Eudorylaimus carteri*, *E. obtusicaudatus*, *Mononchus papillatus*. Typische

hydrophile Arten treten in den Vordergrund: *Dorylaimus stagnalis*, *Tripyla monohystera* und *Ironus ignavus*.

Die Artidentitätstabelle 23 ergibt für Laubmischwald einen QS von 47% und für Buchenwald 48%. Bei den Individuenzahlen (Tabelle 22) zeigen lediglich die Tripylen des Laubmischwaldes keine signifikanten Unterschiede zum Bruchwald, Zum Moosboden besteht eine Artidentität von nur 32%, das Vorkommen von *Dorylaimus* s. l. unterscheidet sich nicht signifikant (Tabelle 22).

Bei einem Vergleich mit den Ergebnissen von Kischke (1956) über die Nematodenfauna der *Torfzone von Hochmooren* des Oberharzes findet man bei den biotoptypischen Arten *Eudorylaimus carteri* und *Mononchus papillatus*. Kischke stellte diese „echten Ubiquisten" mit zu den biotoptypischen, da ihr zahlreiches Vorkommen geradezu auf ein Optimum in diesem Biotop schließen läßt, eine Feststellung, die beim Bruchwald nicht zutrifft.

In der Gruppe: „Biotopfremd mit noch ausreichenden Lebensmöglichkeiten" findet man u.a. *Eudorylaimus centrocercus*, *Prodorylaimus longicaudatus*, *Enchodelus macrodorus*, *Tylencholaimus stecki*, *T. mirabilis*, *Alaimus primitivus* und *Amphidelus elegans*. *Eudorylaimus centrocercus* und *Alaimus primitivus* kommen auch im Bruchwald vor. Die verhältnismäßig hohe Artidentität zu Buchen- und Laubwald dürfte dadurch bedingt sein, daß, wie Bassus (1962a) feststellte: „ in den oberen austrocknenden Schichten die Nematodenfauna keine typischen Bruchwaldformen enthält, sondern eine Angleichung an die normalen Laubwaldformen zu verzeichnen ist". Bei *Dorylaimus* s. l. spielt noch mit herein, daß wir unter ihnen sowieso keine typischen Bruchwaldvertreter finden, nur sind hier eben die im Laubwald häufigeren Arten dementsprechend zurückgegangen. Die Feststellung von Bassus (1962a), daß für Bruchwälder eine charakteristische Artenkombination anzunehmen ist, die sich von allen anderen Laubwaldstandorten unterscheidet, gilt für die Dorylaimiden ebenso wie für die gesamte Nematodenpopulation!

Gesamtbetrachtung der Laubwälder

Betrachten wir die Laubwaldbiotope nebeneinander, so fällt die grundsätzlich andere Artenkombination der Bruchwaldböden sofort auf. Bei dem Versuch einer einheitlichen Behandlung des Laubwaldkomplexes ist auf jeden Fall der Bruchwald abzutrennen. Bei einer Zusammenfassung der einzelnen Laubwaldtypen zeigt sich, daß zwischen ihnen eine wesentlich geringere artliche Übereinstimmung herrscht als z.B. zwischen den verschiedenen Nadelwaldtypen, der QS-Wert liegt bei 52. Die Artenzahl liegt mit 22 Arten erheblich über der des Nadelwaldes mit 15, was beim Nadelwald durch die größere Monotonie der Bestandesstruktur bedingt ist. Der Laubwaldkomplex ist weniger einheitlich, und

durch die reichhaltigere Bodenflora ist mit einem zusätzlichen Variationsfaktor zu rechnen.

Tabelle 9 bringt die im Laubwald vorkommenden, häufigeren Arten (Biotop 5—6).

Tabelle 9

Lfd. Nr.	Art	Gesamtzahl
1	*Eudorylaimus carteri*	542
2	*Eudorylaimus obtusicaudatus*	212
3	*Eudorylaimus centrocercus*	135
4	*Mononchus papillatus*	121
5	*Alaimus primitivus*	113
6	*Prionchulus muscorum*	70
7	*Tylencholaimus mirabilis*	66
8	*Anatonchus tridentatus*	56
9	*Tripyla setifera*	52
10	*Eudorylaimus parvus*	49
11	*Tripyla filicaudata*	37
12	*Tylencholaimus minimus*	32
13	*Aporcelaimus regius*	30
14	*Mesodorylaimus bastiani*	26
15	*Aporcelaimus superbus*	24
16	Sonstige (7 Arten)	32
		1597

Die beiden Hauptbestandesbildner *Eudorylaimus carteri* und *E. obtusicaudatus* machen 47% des Gesamtbestandes aus; sie zeigen hier größere Unterschiede als im Nadelwald, was auf die starke Entwicklung von *Eudorylaimus carteri* im Buchenwald zurückzuführen ist. Die 2. Gruppe setzt sich aus *Eudorylaimus centrocercus*, der im Nadelwald nicht vorkommt, *Mononchus papillatus* und *Alaimus primitivus* zusammen, sie bilden 27% des Gesamtbestandes. *Prionchulus muscorum*, *Tylencholaismus mirabilis*, *Anatonchus tridentatus*, *Tripyla setifera* und *Eudorylaimus parvus* ergeben nur noch 18%. Die Arten 11 bis 15 sowie die sonstigen 7 Arten fallen mit zusammen 8% überhaupt nicht mehr ins Gewicht. Wieder zeigt sich, daß bei der Gesamtbetrachtung eines Standortkomplexes nicht einzelne Arten als typisch anzusehen sind, jedoch die Artenkombinationen charakteristisch sein können.

Bei Volz (1951) finden wir in vergleichbaren Proben im Buchenwald: *Eudorylaimus carteri*, *Alaimus primitivus*, *Tylencholaimus mirabilis*, in Eichen-Eschenproben: *Mononchus papillatus*, *Tylencholaimus minimus*, *Eudorylaimus parvus*, *Eudorylaimus brigdammensis*, *Eudorylaimus carteri*, *Eudorylaimus tritici*, *Tripyla* spec., *Dorylaimus stagnalis*, *Alaimus primitivus*, *Mesodorylaimus bastiani*, *Dorylaimus gracilis* (syn. *Eudory-*

laimus iners Andrassy, 1952), *Eudorylaimus centrocercus*, *Eudorylaimus similis*, *Tylencholaimus mirabilis*, *Longidorus elongatus*.

Bis auf das Fehlen von *Eudorylaimus obtusicaudatus* findet man bei Volz ein ähnliches Artenspektrum wie bei meinen Untersuchungen. Der Biotop Buchenwald mit 13 Arten zeigt auch bei mir den geringeren Artenbestand, während der Laubmischwald bessere Bedingungen für mehrere Arten zu bieten scheint.

8. Kornfeld (Biotop 8), Probenzahl 43, Tabelle 10

Bei orientierenden Voruntersuchungen von Weizen-, Roggen-, Hafer- und Maisfeldern wurden keine signifikanten Besiedlungsunterschiede gefunden, deshalb wurden diese Standorte zu dem Überbegriff Kornfeld zusammengefaßt.

Es wurden drei Standorte untersucht: Erlangen 15 Proben, Vach 15 Proben, Bisloe 13 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimiden-Arten 15.

Tabelle 10

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. carteri	32	1	14	54	0,59
*Eudoryl. tritici**	29	0,7	13	35	0,42
Mononchus papillatus	26	0,6	12	42	0,54
Eudoryl. obtusicaudatus	23	0,5	10	49	0,61
Eudoryl. ettersbergensis	23	0,5	10	30	0,41
Eudoryl. centrocercus	22	0,5	10	27	0,33
Tripyla arenicola	20	—	—	—	—
Aporcelaimus obscurus	14	—	—	—	—
*Longidorus elongatus**	10	—	—	—	—
*Alaimus primitivus**	7	—	—	—	—
*Tripyla setifera**	6	—	—	—	—
*Prionchulus muscorum**	5	—	—	—	—
Anatonchus tridentatus	5	—	—	—	—
*Aporcelaimus regius**	3	—	—	—	—
*Xiphinema diversicaudatum**	1	—	—	—	—
Gesamtsumme	226				

Die Gattung *Eudorylaimus* ist mit einer Gesamtdominanz von 57% die wichtigste Gattung. Das auffallendste Merkmal des Kornfeldbodens ist die relative Artenarmut sowie die niederen Gesamtindividuenzahlen. *Longidorus elongatus* tritt hier etwas stärker in Erscheinung (A = 0,2), *Xiphinema diversicaudatum* erscheint zum ersten Male. Mit Buchen- und Laubmischwald liegt mit einem QS von 50 bzw. 62% eine mittlere bis relativ hohe Artindentität vor (Tabelle 22). Mit den Nadelwaldböden besteht eine geringere Übereinstimmung. Die Artenkombination mit

dem Vorrücken von *Eudorylaimus tritici* in die Spitzengruppe gibt trotzdem eine gute Unterscheidungsmöglichkeit zu den anderen bisher behandelten Biotopen.

9. Klee-Luzernefeld (Biotop 9), Probenzahl 53, Tabelle 11

Es wurden drei Standorte untersucht: Dambach 20 Proben, Erlangen-Bruck 16 Proben, Groß-Gründlach 17 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimiden-Arten: 13.

Tabelle 11

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. obtusicaudatus	73	1,4	24	74	0,43
Tripyla arenicola	54	1	18	45	0,40
Tripyla setifera	31	0,6	10	37	0,47
Eudoryl. carteri	29	0,6	9	43	0,61
Mononchus papillatus	28	0,5	9	43	0,56
Alaimus primitivus	28	0,5	9	39	0,57
Longidorus elongatus	25	0,5	8	42	0,63
Eudoryl. ettersbergensis	13	—	—	—	—
*Eudoryl. centrocercus**	7	—	—	—	—
Prionchulus muscorum	7	—	—	—	—
*Dorylaimoides elegans**	5	—	—	—	—
*Aporcelaimus superbus**	4	—	—	—	—
*Eudoryl. pratensis**	3	—	—	—	—
Gesamtsumme	307				

Die Gattung *Eudorylaimus* ist mit einer Gesamtdominanz von 40 die umfangreichste, gefolgt von *Tripyla* mit 28. Eine starke Zunahme gegenüber dem Kornfeld zeichnet *Longidorus elongatus* aus. Ein QS-Wert von 72 ergibt eine hohe artliche Übereinstimmung des Kornfeldes mit dem Klee-Luzernefeld. Die Tripylen und Alaimiden zeigen signifikante Unterschiede der Individuenzahlen, während sich *Dorylaimus* s. l. und *Mononchus* nicht signifikant unterscheiden (Tabelle 22). Die Hauptunterschiede der beiden Biotope liegen wiederum in der veränderten Artenkombination.

10. Kartoffelacker (Biotop 10), Probenzahl 45, Tabelle 12

Es wurden drei Standorte untersucht: Höfen 15 Proben, Groß-Gründlach 15 Proben, Vach 15 Proben Gesamtzahl der Dorylaimiden-Arten: 9.

Die Gattung *Eudorylaimus* steht mit einer Gesamtdominanz von 37% noch an der Spitze, gefolgt von *Tripyla* mit 31%, *Longidorus elongatus* fehlt hier völlig. Die Artidentitätswerte sind für das Kornfeld

Tabelle 12

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. carteri	37	0,8	25	55	0,55
Tripyla filicaudata	24	0,6	17	36	0,52
Tripyla setifera	20	0,4	14	29	0,46
Mononchus papillatus	18	0,4	12	35	0,63
Alaimus primitivus	18	0,4	12	27	0,50
*Aporcelaimus regius**	11	—	—	—	—
*Eudoryl. centrocercus**	9	—	—	—	—
*Eudoryl. tritici**	9	—	—	—	—
*Prionchulus muscorum**	1	—	—	—	—
Gesamtsumme	147				

mit QS = 62 höher als für das Klee-Luzernefeld mit QS = 54. In den Gesamtindividuenzahlen unterscheidet sich der Kartoffelacker deutlich von den anderen beiden Biotopen. Vergleicht man die Bestandesbildner des Klee-Luzernefeldes mit denen des Kartoffelackers, so scheint *Tripyla arenicola* im Acker von *Tripyla filicaudata* ersetzt zu werden und umgekehrt.

Gesamtbetrachtung der kultivierten Böden

Auch die kultivierten Böden sollen wieder einer einheitlichen Betrachtung unterworfen werden.

Tabelle 13 bringt die wichtigeren Arten des kultivierten Bodens (Biotop 8—10) in fallender Häufigkeit. Führend sind auch hier wieder

Tabelle 13

Lfd. Nr.	Art	Gesamtzahl
1	*Eudorylaimus carteri*	98
2	*Eudorylaimus obtusicaudatus*	96
3	*Tripyla arenicola*	74
4	*Mononchus papillatus*	72
5	*Tripyla setifera*	57
6	*Alaimus primitivus*	53
7	*Eudorylaimus centrocercus*	38
8	*Eudorylaimus tritici*	38
9	*Eudorylaimus ettersbergensis*	36
10	*Longidorus elongatus*	35
11	*Tripyla filicaudata*	24
12	*Aporcelaimus obscurus*	14
13	*Aporcelaimus regius*	14
14	*Prionchulus muscorum*	13
15	Sonstige (5 Arten)	18
		680

Eudorylaimus carteri und *E. obtusicaudatus* mit 29% der Gesamtpopulation. *Tripyla arenicola* und *Mononchus papillatus* bilden mit 21% die nächste Gruppe. *Tripyla setifera* und *Alaimus primitivus* ergeben zusammen als dritte Gruppe 16%. *Eudorylaimus centrocercus, E. tritici, E. ettersbergensis* und *Longidorus elongatus* mit zusammen 22% bilden den Abschluß der Artenkombination. Die Arten 11—14 sowie die restlichen 5 Arten sind mit 12% von untergeordneter Bedeutung.

Bei Untersuchungen von ostalpinen, kultivierten Böden auf ihren Nematodeninhalt durch Franz (1942) treten erwartungsgemäß Unterschiede zu dem von mir gefundenen Artenspektrum auf; die Hauptbestandesbildner kommen bis auf *Tripyla arenicola* aber auch bei Franz vor. Auch als Gesamteinheit gesehen ist der kultivierte Boden individuenärmer als Nadel- und Laubwaldboden, nur die in sich geschlosseneren Biotope Moosboden und Bruchwald liegen in den Individuenzahlen noch darunter. Die Artenzahl, mit 19 Arten, liegt nicht niedrig.

Als hauptsächliche Ursachen für die niedrige Besatzdichte des kultivierten Bodens dürfen die landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen, die intensive Tiefackerung sowie die kräftige Kunstdüngung angenommen werden.

Franz (1942) stellt bei seinen Untersuchungen fest: „. . . , daß also im Gegensatz zu dem Verhalten anderer Tiergruppen bei den Nematoden, mindestens bei der in den Alpen üblichen Wirtschaftsweise (Wechselwirtschaft, verhältnismäßig seichte Ackerung), durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen nicht nur in der Individuenmenge, sondern auch in der Artenzahl keine merkliche Verminderung eintritt". Diese Feststellung trifft nach meinen Untersuchungen für intensiv landwirtschaftlich genutzte Böden nicht zu. Der Rückgang der Individuenzahlen ist zu deutlich. Weiterhin schließt Franz auf: . . . „keine nennenswerte Verschiebung in der Vergesellschaftung der Arten durch die Bodenbearbeitung". Die bei meinen Untersuchungen gefundenen Artidentitäten von 59 mit Wald und 56 mit Wiesenboden ergeben eine mittlere Übereinstimmung, so daß der Schluß von Franz wenigstens für die Ubiquisten durchaus gerechtfertigt erscheint.

Overgaard-Nielsen (1949) gibt für kultivierte Böden folgende wichtige Dorylaimidenarten an: *Eudorylaimus obtusicaudatus, E. carteri* und *Alaimus primitivus*. Als weniger wichtig werden genannt: *Eudorylaimus tritici, Dorylaimus limnophilus, Dorylaimus micoletzkyi, Eudorylaimus bryophilus, Mesodorylaimus bastiani, Eudorylaimus ettersbergensis* und *Mononchus papillatus*. Bis auf gewisse Verschiebungen hinsichtlich einer mehr oder weniger großen Häufigkeit einiger Arten ergibt sich eine gute Übereinstimmung mit meinen Ergebnissen.

11. Auenwiese (Biotop 11), Probenzahl 69, Tabelle 14

Es wurden vier Standorte untersucht: Fürth 19 Proben, Vach 19 Proben, Erlangen-Bruck 17 Proben, Muggendorf 16 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimiden-Arten: 32.

Tabelle 14

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. obtusicaudatus	149	2	17	81	0,37
Eudoryl. centrocercus	58	1	7	45	0,39
Aporcelaimus superbus	54	0,8	6	43	0,42
Tripyla setifera	53	0,8	6	32	0,32
Eudoryl. carteri	52	0,8	6	48	0,47
Mononchus papillatus	48	0,7	5	51	0,55
Anatonchus tridendatus	48	0,7	5	45	0,40
Mylonchulus brachyuris	44	0,6	5	36	0,45
*Eudoryl. pratensis**	45	—	—	—	—
Eudoryl. doryuris	36	—	—	—	—
Eudoryl. ettersbergensis	36	—	—	—	—
Alaimus primitivus	33	—	—	—	—
Tripyla arenicola	27	—	—	—	—
Prionchulus muscorum	25	—	—	—	—
*Eudoryl. tritici**	16	—	—	—	—
*Aporcelaimus eurydoris**	15	—	—	—	—
Aporcelaimus regius	14	—	—	—	—
*Doryl. stagnalis**	14	—	—	—	—
Eudoryl. microdorus	14	—	—	—	—
*Longidorus elongatus**	12	—	—	—	—
Eudoryl. brevis	12	—	—	—	—
*Mononchus parvus**	11	—	—	—	—
*Mylonchulus sigmaturus**	10	—	—	—	—
*Tripyla affinis**	10	—	—	—	—
*Trichodorus primitivus**	9	—	—	—	—
*Eudoryl. modestus**	7	—	—	—	—
*Xiphin. diversicaudatum**	5	—	—	—	—
*Campydora demonstans**	5	—	—	—	—
*Mesodoryl. bastini**	4	—	—	—	—
*Eudoryl. parvus**	3	—	—	—	—
*Eudoryl. similis**	1	—	—	—	—
*Diphterophora communis**	1	—	—	—	—
Gesamtsumme	871				

Wegen der gleichmäßig verteilten Bestandesbildner können die vier Standorte wiederum einheitlich behandelt werden. Die Gattung *Eudorylaimus* ergibt eine Gesamtdominanz von 47%, was trotz des hohen restlichen Artbestandes auf die dominierende Rolle dieser Gattung in der Auenwiese hinweist, während sie z.B. im Bruchwald nur eine Gesamtdominanz von 13% erreicht. *Dorylaimus stagnalis*, als typische hydro-

phile Form, findet sich nach den Frühjahrsüberschwemmungen in den Proben. Ein Einfluß dieser Überschwemmungen, wie er sich z.B. im Fehlen von Ameisen auswirkt, ist bei den Dorylaimiden nicht zu finden, wenn man von dem Auftreten von *Dorylaimus stagnalis* absehen will.

12. Parkwiese (Biotop 12), Probenzahl 40, Tabelle 15

Es wurden zwei Standorte untersucht: Erlangen 20 Proben, Fürth 20 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimidenarten: 36.

Tabelle 15

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. obtusicaudatus	163	4	23	90	0,38
Eudoryl. centrocercus	56	1,4	8	53	0,28
Eudoryl. rhopalocercus	52	1,3	8	37	0,33
Aporcelaimus regius	48	1,2	7	53	0,33
Eudoryl. carteri	41	1	6	37	0,47
Eudoryl. pratensis	29	0,7	4	25	0,30
Mononchus papillatus	28	0,7	4	40	0,51
Anatonchus tridendatus	27	0,7	4	50	0,55
Alaimus primitivus	27	0,7	4	37	0,40
Tripyla setifera	25	—	—	—	—
Eudoryl. brevis	16	—	—	—	—
Eudoryl. ettersbergensis	16	—	—	—	—
Tripyla filicaudata	16	—	—	—	—
Mylonchulus brachyuris	16	—	—	—	—
Eudoryl. tritici	15	—	—	—	—
Eudoryl. parvus	14	—	—	—	—
*Eudoryl. microdorus**	14	—	—	—	—
Tripyla arenicola	12	—	—	—	—
Prionchulus muscorum	10	—	—	—	—
Trichodorus primitivus	9	—	—	—	—
Mesodoryl. bastiani	8	—	—	—	—
*Mesodoryl. hofmaenneri**	8	—	—	—	—
Nygolaimus brachyuris	7	—	—	—	—
Aporcelaimus eurydoris	7	—	—	—	—
Longidorus elongatus	6	—	—	—	—
*Aporcelaimus obscurus**	6	—	—	—	—
Xiphinema diversicaudatum	6	—	—	—	—
Diphterophora communis	5	—	—	—	—
*Eudoryl. doryuris**	4	—	—	—	—
Alaimus parvus	3	—	—	—	—
*Mesodoryl. agilis**	3	—	—	—	—
Amphidelus elegans	2	—	—	—	—
*Eudoryl. modestus**	2	—	—	—	—
*Eudoryl. rugosus**	2	—	—	—	—
*Tylencholaimus stecki**	2	—	—	—	—
Amphidelus dolichurus	1	—	—	—	—
Gesamtsumme	706				

Die Gattung *Eudorylaimus* beweist ihre Wichtigkeit für den Wiesenboden mit einer Gesamtdominanz von 59%. Eine hohe Artidentität zwischen Park- und Auenwiese (QS = 74) kennzeichnen das ähnliche Artenspektrum. Unter den vier Gruppen der Tabelle 22 zeigt lediglich *Dorylaimus* s. l. einen signifikanten Unterschied ebenso wie die Gesamtindividuenzahlen. Auffallend ist das häufigere Auftreten von *Eudorylaimus rhopalocercus*, *Aporcelaimus superbus* scheint in der Parkwiese von *A. regius* vertreten zu sein.

13. Wiese (Mähwiese) (Biotop 13), Probenzahl 64, Tabelle 15

Es wurden vier Standorte untersucht: Uttenreuth 15 Proben, Erlangen-Bruck 16 Proben, Fürth 16 Proben, Unterfarnbach 17 Proben. Gesamtzahl der gefundenen Dorylaimidenarten: 23.

Tabelle 16

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. obtusicaudatus	282	4,4	28	89	0,37
Eudoryl. carteri	105	1,7	10	56	0,35
Eudoryl. pratensis	101	1,7	10	61	0,35
Eudoryl. centrocercus	94	1,5	9	42	0,39
Mononchus papillatus	59	0,9	6	58	0,52
Mylonchulus brachyuris	54	0,8	5	33	0,34
Eudoryl. ettersbergensis	48	0,7	5	25	0,31
Aporcelaimus eurydoris	41	—	—	—	—
Alaimus primitivus	34	—	—	—	—
*Eudoryl. tritici**	34	—	—	—	—
*Tripyla filicaudata**	21	—	—	—	—
*Eudoryl. modestus**	20	—	—	—	—
*Doryl. tenuicaudatus**	18	—	—	—	—
*Aporcelaimus obscurus**	18	—	—	—	—
*Prionchulus muscorum**	14	—	—	—	—
*Anatonchus tridentatus**	14	—	—	—	—
Longidorus elongatus	12	—	—	—	—
*Mesodoryl. bastiani**	10	—	—	—	—
*Trichodorus primitivus**	10	—	—	—	—
*Tripyla arenicola**	8	—	—	—	—
*Amphidelus dolichurus**	7	—	—	—	—
*Diphterophora communis**	3	—	—	—	—
*Xiphinema diversicaudatum**	2	—	—	—	—
Gesamtsumme	1009				

Die Gattung *Eudorylaimus* erreicht in der Mähwiese eine Gesamtdominanz von 67%. Die QS-Werte der Artidentität mit 69 für die Auenwiese und 75 für die Parkwiese zeigen die große Übereinstimmung des Wiesenkomplexes. Signifikante Unterschiede (Tabelle 22) bezüglich

der Individuendichte bestehen zwischen Wiese—Parkwiese nur bei *Tripyla* zwischen Wiese—Auenwiese bei *Tripyla* und *Dorylaimus* s. l., ebenso bei den Gesamtindividuenzahlen. Trotz einheitlicher Zusammensetzung dieser drei Wiesentypen treten doch standortsgebundene Verschiebungen bezüglich der Individuenzahlen ein. Einen deutlichen Rückgang der Artenzahlen finden wir bei der Mähwiese, was hier auf die landwirtschaftlichen Bearbeitungsmaßnahmen zurückzuführen ist.

14. Waldwiese (Biotop 14), Probenzahl 33, Tabelle 17

Es wurden zwei Standorte untersucht: Cadolzburg 16 Proben, Burg Hohenstein 17 Proben. Die Wiesen lagen in Lichtungen von Kiefern-Fichtenmischbeständen. Gesamtzahl der gefundenen Arten: 19.

Tabelle 17

Arten	Tiere	A	D	K	DQ
Eudoryl. parvus	62	2	20	37	0,36
Eudoryl. obtusicaudatus	37	1,1	12	36	0,39
Anatonchus tridentatus	36	1,1	12	45	0,38
Mononchus papillatus	27	0,8	9	36	0,42
Eudoryl. carteri	23	0,7	8	24	0,47
Eudoryl. centrocercus	22	0,7	7	21	0,28
Aporcelaimus eurydoris	20	—	—	—	—
Trichodorus primitivus	16	—	—	—	—
Aporcelaimus obscurus	15	—	—	—	—
Mylonchulus brachyuris	12	—	—	—	—
Nygolaimus brachyuris	10	—	—	—	—
Tripyla arenicola	7	—	—	—	—
Alaimus parvus	5	—	—	—	—
*Tylencholaimus minimus**	4	—	—	—	—
Xiphinema diversicaudatum	2	—	—	—	—
*Longidorus elongatus**	2	—	—	—	—
*Tripyla filicaudata**	2	—	—	—	—
*Mesodoryl. bastiani**	1	—	—	—	—
*Amphidelus elegans**	1	—	—	—	—
Gesamtsumme	304				

Die Gattung *Eudorylaimus* stellt mit einer Gesamtdominanz von 47% wiederum die wichtigsten Vertreter. Auffallend ist die niedere Artidentität von 43 zur Auenwiese, mit der Park- und Mähwiese stimmt die Waldwiese bezüglich der Artidentität mit einem Wert von 66 bzw. 67 gut überein, wenn auch der Artenbestand vor allem gegenüber der Parkwiese zurückgegangen ist. Die Artidentität mit den Waldbiotopen ist, wie Tabelle 23 zeigt, recht gering. Ob die Tatsache, daß die untersuchten Wiesen im Nadelwald liegen, für die geringere Artenzahl entscheidend ist, ließ sich nicht klären.

Gesamtbetrachtung der Wiesenböden

Wie sich schon bei der Besprechung der einzelnen Wiesentypen herausstellte, lassen sich die Einzelbiotope wieder zu einem Sammelbegriff Wiese zusammenfassen, was eine einheitliche Betrachtung dieses Komplexes sehr erleichtert. Tabelle 18 bringt die für den Wiesenboden

Tabelle 18

Lfd. Nr.	Art	Gesamtzahl
1	*Eudorylaimus obtusicaudatus*	631
2	*Eudorylaimus centrocercus*	230
3	*Eudorylaimus carteri*	221
4	*Eudorylaimus pratensis*	175
5	*Mononchus papillatus*	162
6	*Mylonchulus brachyuris*	126
7	*Anatonchus tridentatus*	125
8	*Eudorylaimus ettersbergensis*	100
9	*Alaimus primitivus*	94
10	*Aporcelaimus eurydoris*	83
11	*Eudorylaimus parvus*	79
12	*Tripyla setifera*	78
13	*Eudorylaimus tritici*	65
14	*Aporcelaimus regius*	62
15	*Aporcelaimus superbus*	54
16	*Tripyla arenicola*	54
17	*Eudorylaimus rhopalocercus*	52
18	*Prionchulus muscorum*	49
19	*Trichodorus primitivus*	44
20	*Eudorylaimus doryuris*	40
21	*Tripyla filicaudata*	39
22	*Aporcelaimus obscurus*	39
23	*Longidorus elongatus*	32
24	*Eudorylaimus modestus*	29
25	*Eudorylaimus microdorus*	28
26	*Eudorylaimus brevis*	28
27	Sonstige (20 Arten)	179
		2898

(Biotop 11—14) wichtigen Arten in fallender Häufigkeit. Mit 22% des Gesamtbestandes führt *Eudorylaimus obtusicaudatus* die Liste an. Es folgen mit 16% die Gruppe *Eudoryl. centrocercus* und *E. carteri*. Mit 12% schließen sich *Eudoryl. pratensis* und *Mononchus papillatus* an. Dann kommen *Mylonchulus brachyuris* und *Anatonchus tridentatus* mit 9%. *Eudorylaimus ettersbergensis*, *Alaimus primitivus*, *Aporcelaimus eurydoris*, *Eudorylaimus parvus* und *Tripyla setifera* ergeben mit 15% die abschließende Gruppe. Die Arten 13—36 sowie die restlichen 20 Arten bilden zusammen 35%, die zwar den Artenreichtum des Wiesenbodens

bedingen, insgesamt 46 Arten, jedoch als Bestandesbildner nicht ins Gewicht fallen.

Die Nematodenfauna des Wiesenbodens wurde schon seit jeher intensiver bearbeitet als die anderer Biotope. Frenzel (1936) führt 23 Arten der Dorylaimiden an, die er bei seiner umfassenden Untersuchung schlesischer Wiesenböden feststellte. Bis auf *Mononchus (Iotonchus) zschokkei*, *Mononchus macrostoma (effiliatus)*, *Ironus ignavus*, *Enchodelus macrodorus*, *Dorylaimus (Prodorylaimus) longicaudatus* und *Dorylaimus (Axonchium) tenuicollis* wurden alle Arten von mir ebenfalls im Wiesenboden aufgefunden.

Nach Frenzel (1936) steht *Eudorylaimus obtusicaudatus* an erster Stelle, zahlreich sind ebenfalls *Eudorylaimus carteri* und *Aporcelaimus regius*. Die von Seidenschwarz (1923) in einer Alpenwiese gefundenen Dorylaimiden wurden bis auf wenige Ausnahmen (*Enchodelus macrodorus*, von mir einmal im Moosboden gefunden) ebenfalls nachgewiesen. Franz (1942) fand bei seinen Untersuchungen der Kleintierwelt ostalpiner Böden in Grünlandflächen in Tal- und Berglagen unterhalb der Waldgrenze 25 Dorylaimiden-Arten. Nahezu alle konnten bei meinen Untersuchungen nachgewiesen werden. Nach Franz stehen, entsprechend der Häufigkeit ihres Vorkommens, ebenfalls *Eudorylaimus obtusicaudatus* und *E. carteri* an der Spitze.

Paesler (1959) der die Nematodenfauna des Siebengebirges und des Rodderberges untersuchte, fand in Proben von Wiesenboden nur eine Gesamtartenzahl von 20 Arten, davon 8 Dorylaimiden.

Paesler schreibt dazu: „In dieser Probe hatte ich eigentlich einen größeren Artenbestand vermutet. Trotz mehrerer Teiluntersuchungen dieser ziemlich umfangreichen Bodenprobe ließen sich nicht mehr Arten auffinden. Derartig niedrige Artenzahlen sind für Wiesenböden eigentlich eine Ausnahme." Aus den Literaturangaben und aus meinen eigenen Untersuchungen geht eindeutig hervor, daß der Wiesenboden, was den Artenreichtum der Dorylaimiden betrifft, von allen Böden an der Spitze steht. Der Wiesenboden ist offensichtlich ein Optimalbiotop für Dorylaimiden.

Bei Overgaard-Nielsen (1949) finden wir als wichtigste Dorylaimidenarten: *Eudorylaimus obtusicaudatus*, *Alaimus primitivus*, *Mylonchulus brachyuris*. Weniger wichtig sind *Eudorylaimus carteri!*, *Eudorylaimus tritici*, *Tripyla setifera*, die bis auf *Eudorylaimus carteri* auch bei meinen Untersuchungen nicht mehr als wichtige Arten einzustufen sind.

Brzeski (1963) führte 43 Arten an, die er bei Untersuchungen der Nematodenfauna des Stadtparks von Skierniewice findet. Da keine Individuenzahlen angegeben sind, läßt sich über die Bestandesbildner nichts aussagen. Es herrscht jedoch eine gute Übereinstimmung meiner Funde mit den von Brzeski gefundenen Arten, die Artidentität beträgt 58%.

II. Vergleich der vier hauptsächlichsten Lebensgemeinschaften

Wenn man die im Nadelwald vorkommenden häufigeren Arten (Tabelle 5) mit denen des Laubwaldes (Tabelle 9) vergleicht, so handelt es sich hier um ein gemeinsames Artengrundgerüst von 10 Arten, das sich in den einzelnen Standorten ständig wiederholt.

Diese genannten Arten bilden auch die Hauptmasse der Individuen und bestimmen somit die quantitative Zusammensetzung der Nematodenfauna des Waldes. Wie schon von Bassus (1962a), so wurden auch von mir keine Arten gefunden, die ausschließlich auf die pflanzensoziologische Formation Wald beschränkt sind. Selbst ausgesprochen seltene Arten wurden in anderen Biotopen nachgewiesen, so daß sie nicht als stenotop für Wald zu gelten haben. Eine Artidentität von 65 für Nadelwald und Laubwald zeigt recht gut die hohe Übereinstimmung. Wie schon bei der Besprechung der einzelnen Standorte betont wurde, bilden die Populationen jedoch standorts- und bestandsabhängige jeweils mehr oder weniger typische Artenkombinationen und Individuenzahlen, wobei zu beachten ist, daß die Gattungsgruppen der Tripylen, Dorylaimen und Alaimen in den verschiedenen Biotopen keine signifikanten Unterschiede in den Individuenzahlen zeigen (Tabelle 22); die Verschiebungen von Standort zu Standort innerhalb dieser Gruppen ist also hauptsächlich auf unterschiedliche Artenkombinationen zurückzuführen. Bei Bassus (1962a) treten von 12 Arten der Gattung Dorylaimus 9 ausschließlich im Laubwald auf; auch alle anderen Dorylaimiden finden hier die bessere Entwicklungsmöglichkeit.

Bei meinen Untersuchungen treten nur 5 von insgesamt 11 Arten der Gattung *Dorylaimus* s. l. ausschließlich im Laubwald auf. Auch bezüglich der Entwicklungsbedingungen herrschten bei meinen Untersuchungen etwas abweichende Verhältnisse: *Eudorylaimus obtusicaudatus*, *E. parvus* und *Aporcelaimus superbus* erreichen im Nadelwald mit seiner einheitlicheren Spreuzusammensetzung teilweise wesentlich höhere Individuenzahlen als im Laubwald, was als Hinweis auf die Gültigkeit des II. biozönotischen Grundprinzips gelten mag, nach dem sich in einheitlicheren Biotopen eine artenärmere, jedoch teilweise individuenreichere Lebensgemeinschaft entwickeln kann.

Bei einem Vergleich von kultivierten Böden (Tabelle 13) und Wiesenböden (Tabelle 18) fällt sofort der große Unterschied bezüglich der Artendichte und des Individuenreichtums auf. Die Verarmung des kultivierten Bodens ist, wie schon erwähnt, auf die landwirtschaftlichen Bearbeitungsmaßnahmen zurückzuführen; trotzdem erreicht die Artidentität immer noch einen QS-Wert von 56%, die ubiquitären Arten bilden eben den Hauptanteil der Fauna im kultivierten Boden. Die Individuenzahlen der Gruppe *Dorylaimus* s. l. und *Mononchus* zeigen signifikante Unterschiede, *Tripyla* und *Alaimus* jedoch nicht (Tabelle 22).

Ein Vergleich der Waldböden mit dem kultivierten und dem Wiesenboden ergibt, daß sich die meisten Arten des Waldbodens nach entsprechenden Untersuchungen von Franz (1942), Micoletzky (1921), Overgaard-Nielsen (1949), Bassus (1962a) und auch nach meinen Ergebnissen im Kultur- und im Wiesenboden nachweisen lassen; das gilt sowohl für die Dorylaimiden wie für die gesamte Nematodenfauna.

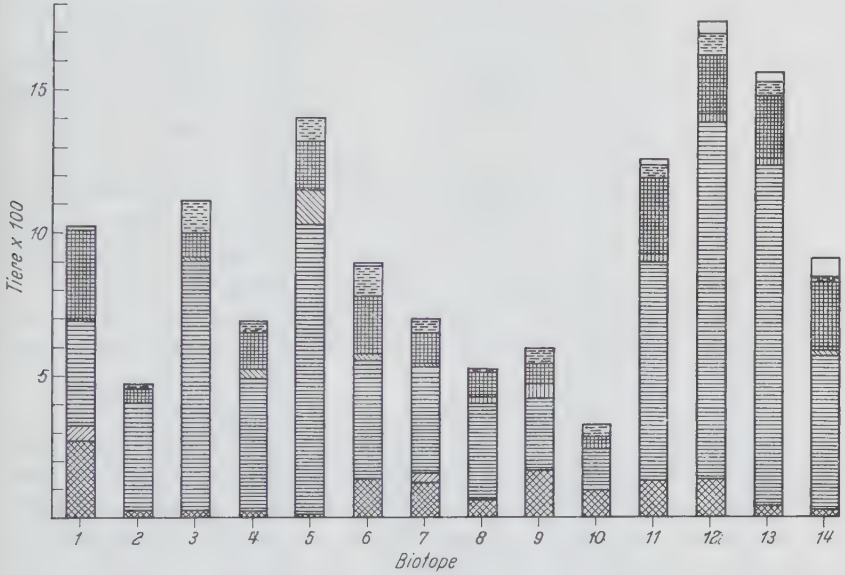

Abb. 1. Häufigkeitsverteilung von Nematodengattungen in verschiedenen Biotopen (umgerechnet auf Tiere/100 cm³). *Biotope: 1* Moosboden, *2* Fichtenwald, *3* Fichten-Kiefernmischwald, *4* Kiefernwald, *5* Buchenwald, *6* Laubmischwald, *7* Bruchwald, *8* Kornfeld, *9* Klee-Luzernefeld, *10* Kartoffelacker, *11* Auenwiese, *12* Parkwiese, *13* Wiese, *14* Waldwiese. *Tripyla*, *Ironus*, *Mesod.-Eud.-Doryl.-Aporcelaimus*, *Tylencholaimus*, *Longidorus*, *Xiphinema*, *Mononchus*, *Prionchulus*, *Mylonchulus*, *Anatonchus*, *Alaimus*, Sonstige Dorylaimida

Doch sind die Unterschiede in den charakteristischen Artenkombinationen und den Individuenzahlen zu groß, um von einer Übereinstimmung dieser Biotope sprechen zu können, trotz der Artidentität von 57 für Wald/Wiese und 59 für Wald/Feld (Tabelle 23).

Dadurch, daß man in den verschiedenen Biotopen nur wenig charakteristische Arten findet, ist eine ausschließliche Betrachtung der Artenlisten nicht geeignet das typische Bild der Nematodensynusie in den verschiedenen Biotopen zu erfassen. Nur durch die Erfassung typischer Artenkombinationen und die Kennzeichnung der bestandesbildenden Arten lassen sich bestimmte Biotope charakterisieren.

III. Zur Verteilung der Nematoden

Um die gemeinsame Betrachtung der Häufigkeitsverteilung der Nematoden in den verschiedenen Biotopen zu erleichtern, wurde Abb. 1

Tabelle 19. *Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden häufigsten Arten, geordnet nach der Häufigkeit (Biotop 1—14)*

Lfd. Nr.		Gesamtzahl	Zahl der Biotope
1	*Eudorylaimus obtusicaudatus*	1498	13
2	*Eudorylaimus carteri*	1410	13
3	*Mononchus papillatus*	553	14
4	*Eudorylaimus centrocercus*	410	10
5	*Alaimus primitivus*	373	12
6	*Prionchulus muscorum*	228	13
7	*Eudorylaimus parvus*	193	8
8	*Tripyla setifera*	193	8
9	*Anatonchus tridentatus*	187	7
10	*Eudorylaimus pratensis*	178	4
11	*Tripyla filicaudata*	153	9
12	*Aporcelaimus superbus*	144	7
13	*Eudorylaimus ettersbergensis*	136	5
14	*Tripyla arenicola*	135	7
15	*Mylonchulus brachyuris*	130	5
16	*Aporcelaimus eurydoris*	108	8
17	*Aporcelaimus regius*	106	5
18	*Eudorylaimus tritici*	103	5
19	*Mesodorylaimus bastiani*	98	8
20	*Tylencholaimus mirabilis*	88	4
21	*Longidorus elongatus*	73	7
22	*Tylencholaimus minimus*	63	4
23	*Tripyla papillata*	57	2
24	*Tripyla monohystera*	53	2
25	*Aporcelaimus obscurus*	53	4
26	*Eudorylaimus rhopalocercus*	52	1
27	*Trichodorus primitivus*	44	4
28	*Eudorylaimus doryuris*	40	2
29	*Dorylaimus stagnalis*	39	2
30	*Eudorylaimus modestus*	29	3
31	*Eudorylaimus microdorus*	28	2
32	*Eudorylaimus brevis*	28	2
33	*Eudorylaimus bryophilus*	28	1
34	*Ironus ignavus*	24	2
35	*Mononchus macrostoma*	20	2
		7055	
36	Sonstige (23 Arten)	188	9
		7243	

als Säulendiagramm dargestellt. Die Häufigkeitswerte sind alle auf 100 cm^3 umgerechnet. Die Nematoden wurden, entsprechend ihrer systematischen Zusammengehörigkeit, zu einzelnen Gruppen zusammengefaßt. Abb. 1 gibt einen guten Eindruck von der Reichhaltigkeit der Wiesen, insbesondere an der Gattung *Dorylaimus* s. l., während die kultivierten Böden doch wesentlich geringere Mengen enthalten. Im

Fichten-Kiefernmischwald und im Buchenwald bekräftigt der hohe Anteil an *Dorylaimus* s. l., der hier nur auf eine oder einige Arten zurückgeht, die Gültigkeit des II biozönotischen Grundprinzipes. Die Gattung *Mononchus* s. l. ist in den Wiesen, im Buchenwald, im Moosboden und im Laubwald annähernd gleich häufig, während sie in den restlichen Biotopen zurückgeht. Auffallend ist der geringe Anteil von *Tripyla* im Nadelwald, in der Waldwiese und auch in der Wiese. Besonders häufig ist *Tripyla* im Moosboden. Wenn *Alaimus* vorkommt, dann ist er ziemlich gleichmäßig in den Biotopen vorhanden, nur im Fichtenwald, Kiefernwald, Kornfeld und in der Waldwiese ist diese Gattung selten.

Die absoluten Häufigkeiten geben einen guten Eindruck der wechselnden Besiedlung der einzelnen Biotope, führend sind die Wiesen, es folgen Buchenwald, Fichten-Kiefernmischbestand und erstaunlicherweise der Moosboden. Kulturbodenbiotope und die restlichen Waldbiotope zeigen eine viel geringere Besiedlungsdichte durch die Dorylaimiden.

Tabelle 19 bringt eine Reihung der Dorylaimiden nach ihrer Häufigkeit im Untersuchungsgebiet; die Zahl der besiedelten Biotope gibt Hinweise auf mehr oder weniger starke Biotopeinflüsse hinsichtlich ihrer Verbreitung.

Die aufgeführten 35 Arten, rund $^2/_3$ des Gesamtartenbestandes, stellen fast 98% des Nematodenbesatzes. Wie zu erwarten, führen auch hier die wichtigsten Bestandesbildner. In Tabelle 20 wurden die Biotope nach den fallenden Individuenzahl gereiht. Die Angabe der Artenzahlen pro Biotop gibt Hinweise auf die Artendichte. Im Buchenwald und im Kiefern-Fichtenmischbestand scheinen, wie aus den höheren Individuen- und niederen Artenzahlen hervorgeht, besonders günstige Entwicklungsbedingungen für einige wenige Arten zu herrschen.

Tabelle 20. *Biotope nach fallender Gesamtindividuenzahl geordnet (umgerechnet auf 100 ccm)*

Biotop	Gesamt-individuen-zahl	Gesamt-artenzahl
Park-Wiese	1745	36
Wiese	1606	23
Buchenwald	1519	13
Auenwiese	1257	32
Fichten-Kiefernwald	1111	12
Moos	1046	15
Wald-Wiese	906	19
Laubwald	899	18
Bruchwald	696	16
Kiefernwald	693	11
Klee-Luzernefeld	598	13
Kornfeld	526	15
Fichtenwald	517	10
Kartoffelfeld	329	9

In diesem Zusammenhang sei auf Berechnungen eingegangen, die ich durchführte, um Aufschluß über die Verteilung einiger Arten im Boden zu gewinnen. Die untersuchten Arten waren *Eudorylaimus carteri*, *Eudorylaimus obtusicaudatus*, *Mononchus papillatus* und *Rhabditis* spp.

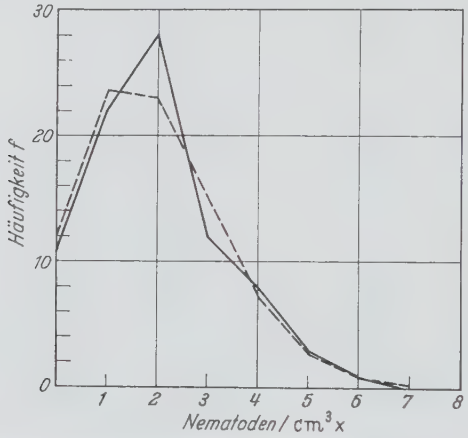

Abb. 2. Häufigkeitspolygon der in einer Parkwiese vorhandenen Anzahl von *Eudorylaimus carteri*, verglichen mit der theoretischen Poisson-Verteilung

Tabelle 21. *Die beobachteten Häufigkeiten verglichen mit den theoretischen Häufigkeiten der Poisson-Verteilung, errechnet für Eudorylaimus carteri einer Parkwiese (s. auch Abb. 2)*

Nem./cm³ x	Häufigkeit f	$f \cdot x$	fx^2	Poisson	$\frac{(O-E)^2}{E}$
0	11	0	0	12,09	0,0686
1	22	22	22	23,58	0,1059
2	28	56	112	22,99	0,4249
3	12	36	108	14,94	0,3935
4	8	32	128	7,28	0,1978
5	3	15	75	2,84	
6	1	6	36	0,92	0,1043
7	0	0	0	0,26	
	85	167	481	84,90	1,295

$$\bar{x} = \frac{167}{85} = 1{,}95 \text{ (Mittel)}$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1}(\sum x^2 - \sum x \cdot \bar{x}) \text{ (Varianz)}$$
$$= 1{,}853$$

$$\frac{\bar{x}}{s^2} = 0{,}9504$$

$$\chi_4^2 = 1{,}295,\ P = 0{,}80\text{—}0{,}90$$

Tabelle 22. *Signifikanz der Differenzen von Gattungen in vergleichbaren Biotopen (Zusammensetzung der Gattungsgruppen s. Abb. 1)*

Gattung	Biotope																			
	Nadelwald Laubwald	Feld, Wiese	Feld, Wald	Wald, Wiese	Moos, Bruchwald	Fichtenwald Fichten-Kiefernwald	Fichtenwald Kiefernwald	Fichten-Kiefernwald Kiefernwald	Buchenwald Laubwald	Kornfeld, Kleefeld	Kornfeld Kartoffelacker	Kleefeld Kartoffelacker	Auenwiese, Wiese	Auenwiese Waldwiese	Auenwiese, Parkwiese	Parkwiese, Wiese	Parkwiese Waldwiese	Wiese, Waldwiese	Summe +	Summe −
Tripyla	−	−	+	+	+	−	−	−	+	+	−	+	+	+	−	+	+	-	10	8
Dorylaimus s.l.	−	+	+	+	−	+	−	+	+	−	+	+	+	−	+	−	+	+	12	6
Mononchus s.l.	+	+	+	+	+	−	+	+	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	8	10
Alaimus	−	−	+	+	/	+	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−	+	+	7	11
Gesamt-Ind.-Zahl	+	+	+	+	+	+	−	+	+	−	+	+	+?	+	+	−	+	+	15	3

+ = signifikante Differenz; − = nichtsignifikante Differenz; +? = Signifikanz nahe $P = 5\%$.

Tabelle 23. *Werte der Artidentität der untersuchten Biotope (in QS-Werten)*

Moos	Fichtenwald	Fichten-Kiefernwald	Kiefernwald	Buchenwald	Laubmischwald	Bruchwald	Kornfeld	Klee-Luzernefeld	Kartoffelacker	Auenwiese	Parkwiese	Wiese	Waldwiese	
100	40	52	31	36	42	32	33	36	33	25	23	26	24	Moos
	100	91	67	70	57	46	40	52	53	43	39	42	41	Fichtenwald
		100	69	72	67	50	44	56	45	45	42	46	45	Fichten-Kiefernwal
			100	67	62	45	38	50	50	32	34	35	40	Kiefernwald
				100	52	48	50	62	45	49	41	50	56	Buchenwald
					100	47	61	57	59	48	55	49	43	Laubmischwald
						100	39	35	32	37	38	51	46	Bruchwald
							100	72	62	55	59	68	53	Kornfeld
								100	54	53	45	61	38	Klee-Luzernefeld
									100	39	40	44	30	Kartoffelacker
Nadelwald/Laubwald					65					100	74	69	43	Auenwiese
Wald/Wiese:					57						100	75	66	Parkwiese
Feld/Wiese:					56							100	67	Wiese
Feld/Wald:					59								100	Waldwiese

Die Tiere stammten alle aus der Parkwiese. Es wurde von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Tiere zufällig im Boden verteilt sein müßten. Diese Nullhypothese wurde mit Hilfe der Poisson-Verteilung überprüft. Dazu wurde in einer Reihe von Parallelproben die Häufigkeit der zu untersuchenden Arten festgestellt. Zur Erläuterung werden die entsprechenden Berechnungstabellen 21 und die Abb. 2 für *Eudorylaimus carteri* zur Darstellung gebracht. Es zeigt sich, daß, sowohl für *Eudorylaimus carteri* als auch für *Eudorylaimus obtusicaudatus* und *Mononchus papillatus* die Nullhypothese mittels χ^2 statistisch gesichert werden konnte, für *Rhabditis* spp. traf dies nicht zu. Man darf annehmen, daß auf Grund der räuberischen Ernährung der ersteren diese zufallsgemäß im Boden verteilt sind. *Rhabditis*, als Saprobier hingegen, neigt zur Häufung an Stellen mit saprobem Substrat, ähnlich wie pflanzenparasitische Nematoden in der Nähe ihrer Wirtspflanzen stark in den Individuenzahlen ansteigen. Die Räuber scheinen dagegen ihre Beute mehr zufällig aufzufinden und sich nicht das vermehrte Nahrungsangebot in derartigen „Nematodennestern" zu Nutze zu machen.

D. Gesamtliste der beobachteten Arten

Im System folge ich T. Goodey (1951): „Soil and Freshwater Nematodes", revised by J. B. Goodey (1963).

Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Vertreter der Ordnung Enoplida (*Tripyla* und *Ironus*) werden der Vollständigkeit halber mit

in die Untersuchung einbezogen. Um diesen Abschnitt möglichst kurz zu halten, werden zu den einzelnen Arten keine weitergehenden Angaben gemacht[2].

Ordnung: Enoplida (Baird, 1853) Chitwood, 1933

Familie: Tripylidae Oerley, 1880

Tripyla affinis de Man, 1880 — 10[3] w, s
Tripyla arenicola de Man, 1880 — 135
Tripyla filicaudata de Man, 1880 — 153
Tripyla monohystera de Man, 1880 — 53
Tripyla papillata Bütschli, 1873 — 57
Tripyla setifera Bütschli, 1873 — 193

Familie: Ironidae de Man, 1876

Ironus ignavus Bastian, 1865 — 24

Ordnung: Dorylaimida (de Man, 1876) Pearse, 1942

Familie: Dorylaimidae de Man, 1876

Dorylaimus filiformis Bastian, 1865 — 8 w
Dorylaimus stagnalis Dujardin, 1865 — 39
Dorylaimus tenuicaudatus Bastian, 1865 — 18 w, s
Mesodorylaimus bastiani (Bütschli, 1873) Andrassy, 1959 — 98
Mesodorylaimus agilis (de Man, 1880) Goodey, 1963 — 3 w
Mesodorylaimus hofmaenneri (Menzel in Hofmänner und Menzel, 1914) Goodey, 1963 — 16
Eudorylaimus acuticauda (de Man, 1880) Andrassy, 1959 — 2 w
Eudorylaimus brevis (Altherr, 1952) Andrassy, 1959 — 28 n
Eudorylaimus bryophilus (de Man, 1880) Andrassy, 1959 — 28
Eudorylaimus carteri (Bastian, 1865) Andrassy, 1959 — 1410
Eudorylaimus centrocercus (de Man, 1880) Andrassy, 1959 — 410
Eudorylaimus doryuris (Ditlevsen, 1912) Andrassy, 1959 — 40
Eudorylaimus ettersbergensis (de Man, 1885) Andrassy, 1959 — 136
Eudorylaimus intermedius (de Man, 1880) Andrassy, 1959 — 5 w
Eudorylaimus microdorus (de Man, 1880) Andrassy, 1959 — 28
Eudorylaimus modestus (Altherr, 1952) Andrassy, 1959 — 29 s, n
Eudorylaimus obtusicaudatus (Bastian, 1865) Andrassy, 1959 — 1498
Eudorylaimus parvus (de Man, 1880) Andrassy, 1959 — 193
Eudorylaimus pratensis (de Man, 1880) Andrassy, 1959 — 178
Eudorylaimus rhopalocercus (de Man, 1876) Andrassy, 1959 — 52 w
Eudorylaimus rugosus (Andrassy, 1957) Andrassy, 1959 — 2 s, n
Eudorylaimus similis (de Man, 1876) Andrassy, 1959 — 1 s
Eudorylaimus tritici (Bastian, 1865) Andrassy, 1959 — 103
Aporcelaimus eurydoris (Ditlevsen, 1912) Thorne and Swanger, 1936 — 108
Aporcelaimus obscurus (Thorne and Swanger, 1936) J. B. Goodey, 1961 — 53
Aporcelaimus regius (de Man, 1876) Thorne and Swanger, 1936 — 106
Aporcelaimus superbus (de Man, 1880) T. Goodey, 1951 — 144
Tylencholaimus minimus de Man, 1876 — 63

[2] Eine Zusammenstellung von Fundortsangaben nach Literatur- und eigenen Beobachtungen liegt beim Verfasser vor.

[3] Gesamtzahl der gefundenen Exemplare. w: im Untersuchungsgebiet wenig häufig; s: seltene Art; n: neu für Deutschland.

Tylencholaimus mirabilis (Bütschli, 1873) de Man, 1876 — 88
Tylencholaimus stecki Steiner, 1914 — 8 w
Enchodelus macrodorus (de Man, 1880) Thorne, 1939 — 1 w
Longidorus elongatus (de Man, 1876) Thorne and Swanger, 1936 — 73
Xiphinema diversicaudatum (Micoletzki, 1927) Thorne, 1936 — 16

Familie: Nygolaimidae (Thorne, 1935) Meyl, 1960
Nygolaimus brachyuris (de Man, 1880) Thorne, 1930 — 17
Nygolaimus hartingii (de Man, 1880) Thorne, 1929 — 5 w, s

Familie: Leptonchidae Thorne, 1935
Dorylaimoides elegans (de Man, 1880) Thorne and Swanger, 1936 — 5 w
Campydora demonstrans Cobb, 1920 — 5 w

Familie: Mononchidae Chitwood, 1937
Mononchus macrostoma Bastian, 1865 (Cobb, 1916) — 20
Mononchus papillatus Bastian, 1865 — 553
Mononchus parvus de Man, 1880 — 11 w
Prionchulus muscorum (Dujardin, 1845) Wu und Hoeppli, 1929 — 228
Mylonchulus brachyuris (Bütschli, 1873) Altherr, 1954 — 130
Mylonchulus sigmaturus (Cobb, 1917) Altherr, 1953 — 10 w
Anatonchus tridentatus (de Man, 1876) de Coninck, 1939 — 187

Familie: Alaimidae Micoletzky, 1922
Alaimus parvus Thorne, 1939 — 8 s, n
Alaimus primitivus de Man, 1880 — 373
Amphidelus elegans (de Man, 1921) Thorne, 1939 — 3 w
Amphidelus dolichurus (de Man, 1876) Thorne, 1939 — 26

Familie: Diphterophoridae Thorne, 1935
Diphterophora communis de Man, 1880 — 9 w

Familie: Trichodoridae Clark, 1961
Trichodorus primitivus (de Man, 1880) Micoletzki, 1922 — 44

Zusammenfassung

Im Zeitraum von knapp 2 Jahren wurden 14 verschiedene Biotope der Umgebung Erlangens auf ihre Dorylaimidenfauna hin untersucht. Die 14 Einzelbiotope konnten auf Grund ihres Dorylaimidenbestandes zu den Überbegriffen Moosboden, Nadelwaldboden, Laubwaldboden, Kulturboden und Wiesenboden zusammengefaßt werden. Es ergaben sich signifikante Unterschiede ihrer Dorylaimidenbesiedlung. Die größte Besiedlungsdichte wiesen die Wiesenböden auf, es folgen die Laubwaldböden, die Nadelwaldböden und die Kulturböden. Es zeigte sich, daß mit Hilfe von Charakterarten und Leitformen unter den Dorylaimiden keine Beschreibung eines Biotops möglich ist, da die ubiquitären Vertreter zu zahlreich sind und für die in einem oder in wenigen Biotopen vorkommenden Arten in der Literatur die verschiedensten Böden als Lebensstätte beschrieben werden. Eine gewisse Möglichkeit der Charakterisierung eines Biotops ergibt sich durch die Erfassung der für einen bestimmten Biotop, z.B. Moosboden oder Nadelwaldboden, wichtigen Artenkombination, die auf Grund zoocönologischer Charakteristika der

vorkommenden Arten erfaßt wurde und die für ein beschränktes Untersuchungsgebiet Geltung besitzt.

Insgesamt wurden 50 Dorylaimiden- und 7 Enoplidenarten im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Neben den im Untersuchungsgebiet weniger häufig vorkommenden Arten wurden folgende, allgemein seltenere Arten aufgefunden:

Tripyla affinis, *Dorylaimus tenuicaudatus*, *Eudorylaimus rhopalocercus* und *Nygolaimus hartingii*. Neu für Deutschland waren: *Eudorylaimus brevis*, *Eudorylaimus modestus*, *Eudorylaimus rugosus* und *Alaimus parvus*.

Summary

Fourteen different biotopes in the surroundings of Erlangen (Franconia, Germany) were checked during two years for their dorylaims (Nematoda, Dorylaimida). Based on the dorylaims of these biotopes, it was possible to comprise them to the following units: moss-soil, softwood forest-soil, hardwood forest-soil, "wiesenboden" and arable land. Significant differences were found regarding the population of the dorylaims. The highest numbers were found in "wiesenboden" followed by hardwood forest-soil, softwood forest-soil and arable land.

It was shown that it is impossible to characterize a soil type by means of certain characteristic and leading species of dorylaims, because the ubiquitous species are too numerous. If there are some species found which seem to be characteristic for this biotope, they had been often described in completely different biotopes. However, there is a certain possibility of describing a biotope in the checked area, e.g. moss-soil or softwood forest-soil, by help of the typical species combination resulting from the zoocoenological characteristica of the species of this biotope.

Altogether 50 species of the Dorylaimida and 7 of the Enoplida were found. Besides the species being less abundant in the checked area the following normally less common species were found: *Tripyla affinis*, *Dorylaimus tenuicaudatus*, *Eudorylaimus rhopalocercus* and *Nygolaimus hartingii*. Species new for Germany are: *Eudorylaimus brevis*, *Eudorylaimus modestus*, *Eudorylaimus rugosus* and *Alaimus parvus*.

Literatur

Andrassy, J.: Freilebende Nematoden aus dem Bükk-Gebirge. Ann. hist.-nat. Musei natl. hung., N.S. **2**, 13—65 (1952).

— *Dorylaimus rugosus* n. spec., ein neuer Nematode aus Ungarn. Nematologische Notizen 7. Opusc. zool. Budapest, **2**, 3, 9—11 (1957).

— Quantitative und produktionsbiologische Untersuchungen der im Waldboden lebenden Nematoden. Kézirat 1957, 270 p.

— Taxonomische Übersicht der Dorylaimen (Nematoda) I. Acta zool. hung. **5**, 3—4 (1959).

— Taxonomische Übersicht der Dorylaimen (Nematoda) II. Acta zool. hung. **6**, 1—2 (1960).

Andrewartha, H. G.: Introduction to the study of animal populations. London: Methuen & Co. Ltd. 1961.

Balogh, A. D.: Die Lebensgemeinschaft der Landtiere. Berlin 1958, 560 S.

Bassus, W.: Untersuchungen über die Nematodenfauna mitteldeutscher Waldböden. Wiss. Jb. Humboldt-Univ. Berlin, mat.-nat. Reihe **11**, 145—177 (1962a).

— Über die Vertikalverteilung und den Massenwechsel der Nematoden in Waldböden Mitteldeutschlands. Nematologica **7**, 4, 281—293 (1962b).

Brzeski, M.: Nematoden (Nematoda) des Stadtparks in Skierniewice I. Erdnematoden. Fragm. Faunist. (Warszawa) **10**, 441—461 (1963).

Dowdeswell, W. H.: Practical Animal Ecology. London: Methuen & Co. Ltd. 1959.

Franz, H.: Untersuchungen über die Kleintierwelt ostalpiner Böden. Zool. Jb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. **75**, 365—546 (1942).

— Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. Berlin: Akademieverlag 1950, 316 S.

—, u. M. Beier: Zur Kenntnis der Bodenfauna im pannonischen Klimagebiet der Ostmark. Zool. Jg., Abt. System., Ökol. u. Geogr. **75**, 349—356 (1942).

Frenzel, G.: Untersuchungen über die Fauna schlesischer Wiesenböden. Jena: Gustav Fischer 1936.

Goodey, J. B.: Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Her majesty's Stationery Office, London 1963.

Goodey, T. revised by J. B. Goodey: Soil and freshwater nematodes. London: Methuen & Co., New York: John Wiley & Sons 1963.

Kischke, U.: Die Nematoden aus der Torfzone der Hochmoore des Oberharzes. Arch. Hydrobiol. **52**, 210—277 (1956).

Man, J. G. de: Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna, eine systematische Monographie. Leiden: Brill, 1884, 206 S.

Meyl, A. H.: Freilebende Nematoden. In: Die Tierwelt Mitteleuropas (Hrsg. Brohmer et al.), Bd. 1, Liefg. 5a. Leipzig: Quelle & Meyer 1960, 164 S.

Micoletzki, H.: Die freilebenden Erdnematoden. Arch. Naturgesch. Berlin **87**, Abt. A, H. 8—9 (1921).

— Die freilebenden Erdnematoden. Arch. Naturgesch. Berlin **87**, Abt. A, 1—650 (1922).

Mudra, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin und Hamburg: Parey 1958.

Overgaard-Nielsen, C.: Studies on the soil micro-fauna II. The soil inhabiting nematodes. Natura Jutlandica **2**, 1—131 (1949).

Paesler, F.: Faunistisch-ökologische Untersuchungen über freilebende Fadenwürmer Ostdeutschlands. S.-B. Ges. naturf. Freunde Schles. **2**, 185—215 (1939).

— 5. Beitrag zur Nematodenfauna des Siebengebirges und des Rodderberges. Decheniana-Beihefte Bonn **7**, 69—89 (Juni) (1959).

Robertson, D.: Free-living nematodes occuring in arable soil in the North of Scotland. Proc. roy. phys. Soc. **21**, 253—263 (1929).

Seidenschwarz, L.: Jahreszyklus freilebender Nematoden einer Tiroler Alpenwiese. Arb. Zool. Inst. Innsbruck **1**, 35—71 (1923).

Seinhorst, J. W.: Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. Nematologica **8**, 117—128 (1962).

Steiner, G.: Beiträge zur geographischen Verbreitung freilebender Nematoden. Zool. Anz. **46**, 147—311 (1916).

Stöckli, A.: Studien über Bodennematoden mit besonderer Berücksichtigung des Nematodengehaltes von Wald-, Grünland-, und ackerbaulich genutzten Böden. Z. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenk. **59**, 2, 97—139 (1952).

Tarjan, A. C.: Checklist of plant and soil nematodes. Gainesville: Univ. Fla. Press 1960.

Thorne, G.: A monograph of the nematodes of the superfamily Dorylaimoidea. Capita zool. 8, 1—261 (1939).

—, and H. H. Swanger: A monograph of the nematode genera *Dorylaimus* Dujardin, *Aporcelaimus* n. g., *Dorylaimoides* n. g. and *Pungentus* n. g. Capita zool. 6, 1—223 (1936).

Tischler, W.: Synökologie der Landtiere. Stuttgart 1955.

Volz, P.: Untersuchungen über die Mikroschichtung der Fauna von Waldböden Zool. Jb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. **66**, 153—210 (1934).

— Untersuchungen über die Mikrofauna des Waldbodens (Nematoden, Thekamöben). Zool. Jb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. **79**, 514—566 (1951).

Dr. Manfred Ebert
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung.
44 Münster, Toppheideweg 88

Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg

Sonderdruck aus „Zoologischer Anzeiger" Bd. 178, Heft 5/6, 1967
Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg

Beobachtungen zur Häutung und zum Stachelwechsel bei Dorylaimiden (Nematoda, Dorylaimida)

Von

Manfred Ebert[1]

Mit 9 Abbildungen

(Eingegangen am 3. November 1966)

Über den Häutungsvorgang und den Stachelwechsel der Dorylaimidengattungen mit dem „gänsekielförmigen Stachel" (*Dorylaimus* s. l.) liegen im Gegensatz zu anderen Nematodengattungen verhältnismäßig wenig Untersuchungen vor. Es soll im folgenden versucht werden, die bei den Arten *Eudorylaimus rhopalocercus* (de Man 1876) Andrassy 1959 und *E. obtusicaudatus* (Bastian 1865) Andrassy 1959 gemachten Beobachtungen mit den von anderen Autoren an verschiedenen Nematodengattungen festgestellten Häutungs- und Stachelwechselvorgängen in Einklang zu bringen.

Material und Methode

Im Rahmen einer Untersuchung über den Massenwechsel der Nematoden und vergleichender faunistisch-ökologischer Untersuchungen von Dorylaimiden (Ebert 1966 a. b) wurde das Material für die vorliegenden Beobachtungen aus in der Umgebung Erlangens gesammelten Bodenproben mittels des verbesserten Seinhorst-Verfahrens (Seinhorst 1962) ausgewaschen und über Nematodenfilter verschiedener Durchmesser angereichert. Aus diesen konzentrierten Proben wurden die Tiere zur Artbestimmung für die faunistisch-ökologischen Untersuchungen entnommen. In dem umfangreichen Probenmaterial fand ich in Häutung befindliche Nematodenlarven der Gattung *Dorylaimus* s. l., die zur mikroskopischen Untersuchung gelangten und die Grundlage dieser Arbeit bilden.

Untersuchungsergebnisse

Bei den freilebenden Nematoden finden wir im allgemeinen 4 Larvenstadien mit 4 Häutungen bis zum adulten Tier. Bei der Häutung wird die ge-

[1] Dr. Manfred Ebert, Cooper u. Nephews, Johannesburg (Südafrika).

samte Cuticula einschließlich der cuticulären Auskleidung der Mundhöhle, der Vulvaanlage, der Kloake und des Rektums abgestreift.

An den von mir beobachteten Larven 4 von *E. rhopalocercus* und *E. obtusicaudatus* wurde bei der letzten Häutung folgendes festgestellt:

Einige Zeit vor und während des größten Teiles der Häutung und des Stachelwechsels liegen die Tiere bewegungslos und starr im Untersuchungsmedium (Wasser). Die Ablösung des Tieres von der alten Cuticula beginnt zuerst am Kopfende, an den Lippenpapillen, wobei mit fortschreitender Ablösung des Kopfes vom Vorderende der alten Larvenhaut auch der Stachel samt Auskleidung der Stachelverlängerung mit abgelöst wird. Der Stachel besteht aus dem eigentlichen Stachel und der Stachelverlängerung, deren Auskleidung ebenfalls gehäutet wird. Auf diese wird der neue Stachel — der Ersatzstachel des vorhergehenden Larvenstadiums — aufgesetzt.

Zu dem Zeitpunkt, da der neue Stachel auf die Stachelverlängerung aufgesetzt wird, ist der alte Stachel bereits davon gelöst und mehr oder weniger zu der ehemaligen Mundöffnung hinausgedrängt worden (Abb. 1).

Kontraktile Bewegungen des Tieres bewirken ein weiteres Ablösen der neuen Cuticula von der alten. Ist die Loslösung der neuen Cuticula vollständig, beginnt das nunmehr kleinere Tier sich in der alten Larvenhaut hin und her zu bewegen, wobei vor allem im distalen Teil der alten Larvenhaut der Kopf pendelnde Bewegungen ausführt und seitlich gegen die alte Cuticula drückt. Hierbei ist der Stachel des Tieres manchmal leicht vorgestreckt. Die alte Larvenhaut wird schließlich etwa 1 bis 2 Stachellängen hinter dem Vorderende vom Tier durchbrochen; diese Öffnung, durch die das Tier langsam ohne größere Bewegungen herausgleitet (Abb. 2), liegt nach meinen Beobachtungen immer auf der Ventralseite. Durch die Bewegungen des Tieres in der alten Larvenhaut wird auch die anfänglich ruhige, starre Haltung des Tieres aufgegeben. Der Häutungsvorgang nahm durchschnittlich 60 Minuten in Anspruch. Diese Zeitdauer der Häutung dürfte durch die unnatürlichen Raum- und Temperaturverhältnisse auf dem Objektträger unkontrollierbar beeinflußt werden.

In Abbildung 1 sieht man den durch das Aufsetzen des neuen Stachels weit nach außen geschobenen „dreistufigen" alten Stachel. Ein derartig weit vorgeschobener Stachel ist jedoch nicht die Regel, da man häufiger Tiere sieht, deren alter Stachel nur etwa zur Hälfte oder zu zwei Dritteln vom neuen Stachel zur Mundöffnung hinausgedrängt wird. Es ist möglich, daß, im Falle des weit vorgeschobenen alten Stachels, die Larve innerhalb der alten Cuticula weniger weit von deren Vorderende zurückgewichen ist. Daher wird der alte Stachel weit nach außen geschoben, um Platz für den aktiven Stachel zu machen.

Diskussion

Nach Hooper (1961) soll der Größenunterschied zwischen alter und neuer Cuticula durch eine Verdichtung des Körperinhaltes der Nematoden entstehen, also eine gewisse Schrumpfung die Ursache sein. Linford und Oliveira (1940) vermuten ein Weiterwerden der alten Cuticula, die sich dann ablöst. Weitere

Abb. 1

Abb. 2

Abb. 1. Kopf einer sich häutenden *Eudorylaimus rhopalocercus*-L_4. Vergr. 63×10
Abb. 2. Teilansicht eines aus der Larvencuticula ausschlüpfenden *Eudoryl. rhopalocercus*-Weibchens

Beobachtungen geben Hinweise, auf welche Art und Weise die Cuticula abgestreift wird.

Aus Beobachtungen an *Tylenchus semipenetrans*-Männchen, die sich in Wasser entwickelten und ihre Larvalhäute im Gegensatz zu sich in Erde entwickelnden Männchen nicht abstießen, schließt Gundy (1958), daß die alte Cuticula durch Abrieb an Erdpartikeln abgelöst wird. Linford u. Oliveira (1940) stellen fest, daß Männchen und Weibchen von *Rotylenchulus reniformis* ihre Larvenhaut nicht abstreifen, wenn ihnen grobes Substrat fehlt. Nach Wallace (1963) trägt die Eigenbewegung der Nematoden in der Erde zum Abstreifen der Haut bei.

Die Vermutung von Hooper (1961), daß nach seinen Untersuchungen an *Longidorus*-Arten, diese die alte Larvenhaut mit dem Stachel durchbohren und dann das Loch entsprechend erweitern, wird durch meine Beobachtungen an Dorylaimiden bekräftigt. Die ausschlüpfenden Tiere zeigen alle einen vorgestreckten Stachel (Abb. 3), so daß naheliegt, daß sie diesen zum Durchbruch durch die Cuticulawand benützen.

Hechler und Taylor (1966), die den Häutungsprozeß und die völlig anders als bei Dorylaimiden verlaufende Stachelbildung bei *Seinura* spp. (Aphelenchoididae, Tylenchida) untersuchten, konnten trotz des vorgestreckten Stachels der Larve kein Durchbohren der alten Larvenhaut mit Hilfe des Stachels feststellen, obwohl die Tiere ähnliche pendelnde Kopfbewegungen im distalen Teil der alten Larvenhaut durchführen wie die von mir untersuchten *Eudorylaimus* spp.

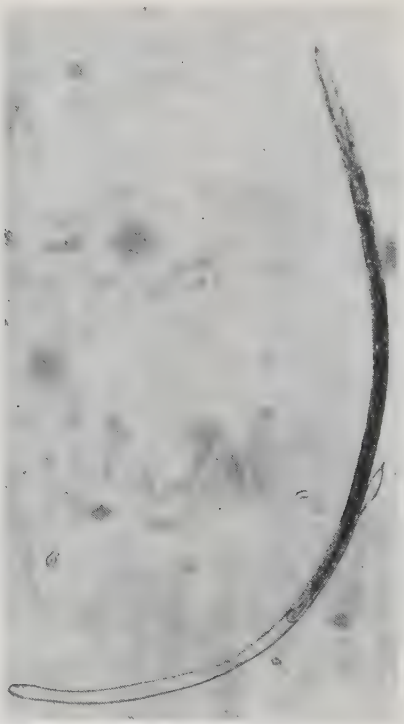

Abb. 3. Totalansicht des schlüpfenden Weibchens von Abb. 2

Wie schon oben erwähnt, sieht man in Abbildung 1 den weit vorgestreckten „dreistufigen" Stachel, der sich bereits von dem präadulten Tier abgelöst hat. Um die Teile des „dreistufigen" Stachels zu erklären, müssen vorher die morphologischen Zusammenhänge von Stachel, Führungsscheide, Führungsring usw. an Hand der von Goodey (1961) und Coomans (1963) gemachten Ausführungen erläutert werden.

Goodey (1961) wies nach, daß die von Thorne und Swanger (1936) als taxonomische Unterscheidungsmerkmale bewerteten zwei Führungsringtypen bei Dorylaimiden, der einfache und der doppelte Führungsring, eine funktionelle Einheit bilden.

Er stellte fest, daß der Stachel-Führungsapparat im wesentlichen aus einer an drei Punkten (Abb. 4 f, m, b) befestigten Scheide besteht (Abb. 4 c). An ihrem Vorderende ist diese Scheide mit der Mundhöhle verbunden, dort den festen Führungsring (f) bildend. In ihrem mittleren Teil soll sie gleichfalls mit der Mundhöhlenwandung in Verbindung stehen (m), während der proximale Teil der Scheide an der Stachelbasis (b) befestigt ist.

Nach den Untersuchungen von Coomans (1963) fehlt jedoch die von Goodey angenommene mittlere Befestigung (4 — m) (Abb. 6 nach Coomans). Je nach Stellung des Stachels erscheint ein einfacher oder doppelter Führungsring bei ein und demselben Tier. Ist der Stachel im Leben ganz zurückgezogen, so sieht man nur die vordere Befestigung der Stachelscheide an der Stomawand.

den einfachen Führungsring (Abb. 4 —f — fester Führungsring ; wird der Stachel durch Muskelzug nach vorn bewegt, so stülpt sich die Führungsscheide (c) nach vorn aus, und man sieht, je nach Stachelstellung, ein mehr oder weniger breites Band, dessen vordere (1) und hintere (2) Begrenzung den sogenannten doppelten Führungsring bilden (Abb. 5 nach Goodey), wobei der hintere (2) dem einfachen Führungsring (4 — f) entspricht, der vordere dagegen den Umschlagsrand der Stachelscheide (c) darstellt. Goodey gibt jedoch keine Erklärung für die beim Vorschieben des Stachels entstehende Verkürzung des Teiles der Mundhöhle (4 — g), der vom festen Führungsring bis zur Mundhöhlenbasis reicht. Anscheinend besitzt dieser Teil der Mundhöhle eine gewisse Elastizität, da in dem Schema von Goodey dieser Abschnitt auch nicht gefaltet dargestellt wird. Das Stadium des einfachen oder doppelten Führungsringes bei Dorylaimiden hängt also einzig und allein von der Stachelstellung ab und ist als taxonomisches Merkmal nicht brauchbar.

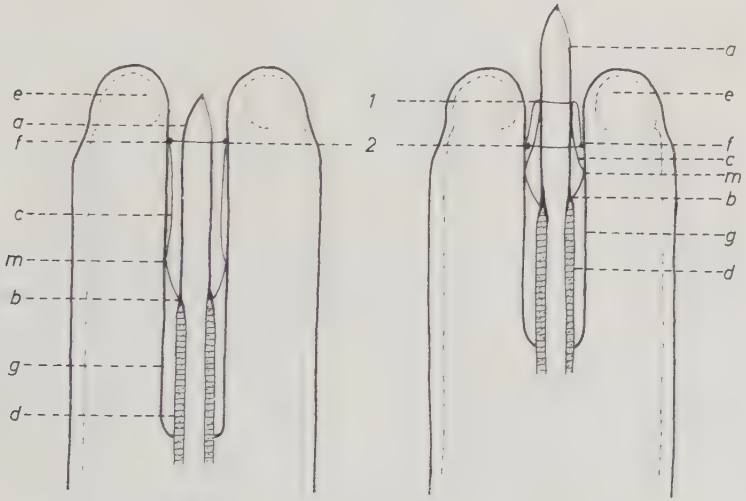

Abb. 4 Abb. 5

Abb. 4. Schema des Führungsapparates bei *Dorylaimus* spp. Stachel ganz zurückgezogen, m = mittlere Befestigung der Führungsscheide (nach Goodey 1961). Weitere Beschriftung siehe Abb. 7 c
Abb. 5. Schema des Führungsapparates bei *Dorylaimus* spp. Stachel teilweise ausgestreckt, m = mittlere Befestigung der Führungsscheide (nach Goodey 1961). Weitere Beschriftung siehe Abb. 7 c

In diesem Zusammenhang ist vielleicht interessant zu erwähnen, daß bereits Bütschli (1873) die Funktion des Führungsringes mit seiner daran befestigten Scheide durchaus richtig erkannt hat. Er schreibt auf Seite 20: „Am Grunde der Mundhöhle, deren Wände mit sehr zarter, dehnbarer Chitinhaut bekleidet sind, ist diese Chitinhaut in Gestalt eines Ringes etwas verdickt, und von diesem Ring aus läuft wiederum eine zarte Membran zum Stachel, sich an diesem festsetzend. Diese letzerwähnte Membran wird nun bei den Bewegungen des Stachels mitgezogen, während die eigentliche Mundhöhle, wie mir scheint, unverändert bleibt ..." Bütschli nahm also an, daß die eigentliche Mundhöhle, die bei den Stachelbewegungen unverändert bleibt, nur bis zum festen

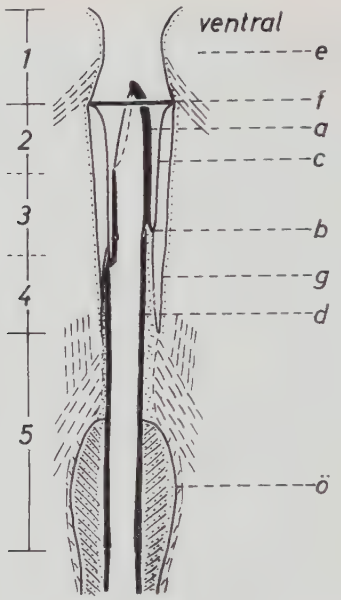

Abb. 6. Schema der Mundhöhle von *Dorylaimus* spp. 1: Cheilostom; 2: Prostom; 3: Mesostom; 4: Metastom; 5. Telostom. ö — Oesophagus (nach Coomans 1963). Weitere Beschriftung siehe Abb. 7 c

Führungsring verläuft und von diesem bis zum Stachelende (nach der heutigen Auffassung) die zarte Membran führe. Aus seiner Abbildung 4 a, T. I geht diese Überlegung klar hervor. Es ist nicht verwunderlich, daß Bütschli die Mundhöhle in ihrer ganzen Länge noch nicht erkannte, denn sowohl Goodey als auch Coomans schreiben, daß wegen der Dicke des Stachels die hintere Mundhöhlenwand fast immer sehr schwer zu sehen ist. Die Art und Weise, wie die Führungsscheide befestigt ist und wie sie funktioniert, hat Bütschli jedoch schon klar erkannt.

Coomans (1963) versucht eine Homologisierung der Dorylaimidenmundhöhle mit dem rhabditiformen Stoma (Abb. 6 nach Coomans), wobei er sich der Terminologie von Schneider bedient. Er weist darauf hin, daß, obwohl eine derartige Homologisierung noch ziemlich spekulativ ist, sie die Aufmerksamkeit auf die detaillierten Strukturen der Mundhöhle der Dorylaimiden lenken solle.

Im Schema von Coomans fällt auf, daß die mittlere Befestigung — m — der Führungsscheide — e — an der Stomawand fehlt. Er konnte keine derartige Befestigung mit Gewißheit nachweisen. Auch ich konnte eine derartige Befestigung nicht finden. Es wurden von ihm öfter ähnliche Strukturen gesehen, die sich jedoch als eine Art Runzelung der dünnen, die Stomawand innen auskleidenden Membran herausstellen. Eine derartige mittlere Befestigung, wie Goodey sie angibt, würde die Bewegungsfreiheit des Stachels zu sehr einschränken. Der Stachel könnte höchstens so weit vorgeschoben werden, bis die angenommene mittlere Befestigung der Führungsscheide in Höhe des fest Füh-

rungsringes zu liegen kommt. Auf Grund des immer wieder zu beobachtenden weit vorgeschobenen Stachels bei Dorylaimiden dürfte wohl Coomans Auffassung von der Art der Befestigung der Führungsscheide richtig sein.

Nun soll im folgenden versucht werden, an Hand des auf Abbildung 1 und Abbildung 8 aufgebauten Schemas (Abb. 7 c) die Vorgänge in der Stachelregion einer sich häutenden *Eudorylaimus-rhopalocercus*-Larve in Einklang mit dem oben erläuterten Mechanismus der Stachelbewegung zur bringen. Bei der Häutung muß der Stachel einschließlich Führungsapparat und Auskleidung der Stachelverlängerung von der Larve, in unserem Fall dem präadulten Tier, abgelöst werden, damit der Ersatzstachel an die Stelle des bisher aktiven, nunmehr abgeworfenen Stachels treten kann. Zu diesem Zweck wird der Stachel weiter als sonst vorgeschoben, so weit, bis der feste Führungsring am Rande der Mundöffnung liegt (Abb. 7 a — 7 c). Der vor dem Führungsring gelegene distale Teil der Mundhöhle wird dadurch nach vorn geschoben und wölbt sich hoch (Abb. 7 c — e). Er bildet die proximale Stufe des jetzt „dreistufig" erscheinenden Stachels (Abb. 1). Die nunmehr maximal nach vorn gestreckte Führungsscheide ergibt die mittlere Stufe (Abb. 7 c — c), wobei die Annahme Coomans' nach der die mediane Befestigung der Führungsscheide fehlen soll, bekräftigt wird.

Der oberste Teil (die distale Stufe) wird vom Stachel selbst gebildet (Abb. 7 c — a).

An der proximalen Befestigung der Führungsscheide (Abb. 7 c — b) schließt sich die Auskleidung der Stachelverlängerung an (Abb. 7 c — d), die auch in Abbildung 1 gut zu sehen ist.

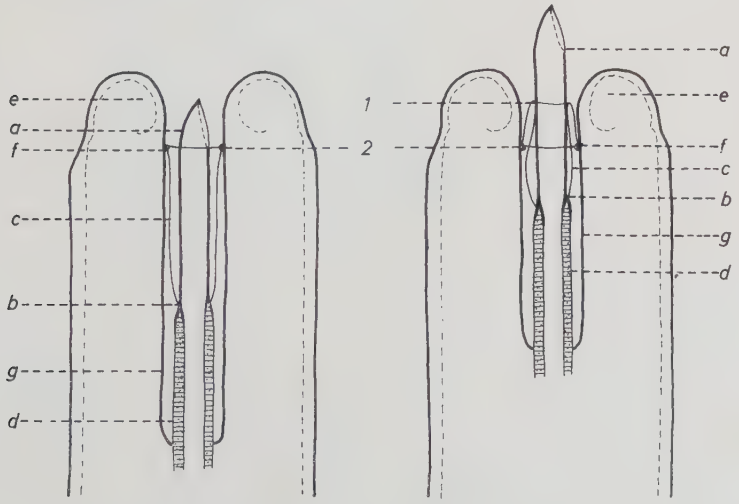

Abb. 7a Abb. 7b

Abb. 7 a. Schema des ganz zurückgezogenen Stachels ohne mittlere Befestigung der Führungsscheide m (nach Goodey 1961, verändert)

Abb. 7 b. Schema des teilweise vorgesteckten Stachels ohne mittlere Befestigung der Führungsscheide m (nach Goodey 1961, verändert)

Die Auskleidung des proximalen Teils der Mundhöhle (7 c — g), der, wie ich aus Goodeys Schemata (Abb. 4 und 5 nach Goodey) schließe, eine gewisse Elastizität besitzen muß, ist in diesem Häutungsstadium im Mikroskop nicht zu sehen. Vielleicht liegt er der Auskleidung der Stachelverlängerung (d) dicht an.

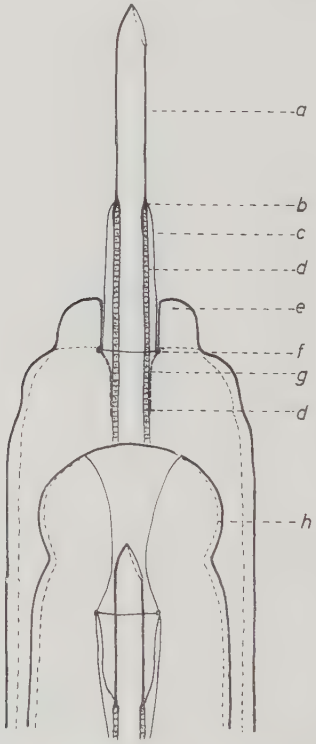

Abb. 7 c. Schema des bei der Häutung maximal nach vorn geschobenen Stachels mit Führungsapparat. a: Stachel; b: proximale Befestigung der Führungsscheide; c: Führungsscheide; d: Auskleidung der Stachelverlängerung; e: distaler, vorgewölbter Teil des Stomas; f: Führungsring; g: proximaler, verkürzter Teil des Stomas; h: präadulte Larve

Da nun schon mehrmals auf den Stachelwechsel hingewiesen wurde, soll mit Hilfe der Abbildungen 8 und 9 versucht werden, auf diesen Vorgang etwas näher einzugehen. Wiederum wird zuerst die heute gültige Auffassung des Stachelwechselvorganges erläutert. Die Untersuchungen von Hooper (1961) und Coomans und de Coninck (1963) wurden zwar nicht an *Dorylaimus* spp., sondern an *Longidorus* und *Xiphinema* durchgeführt. Ein Stachelwechsel kommt bei allen stacheltragenden Dorylaimiden vor, jedoch treten in Details Unterschiede auf, wie wir noch sehen werden.

Bei *Longidorus* und *Xiphinema* wird grundsätzlich nach Ablösung des alten Stachels der Ersatzstachel durch das Lumen der Stachelverlängerung geschoben und letztlich an ihrem distalen Ende befestigt. In den Larvenstadien wird vor Abschluß der Häutung in der submedianen Oesophaguswand von

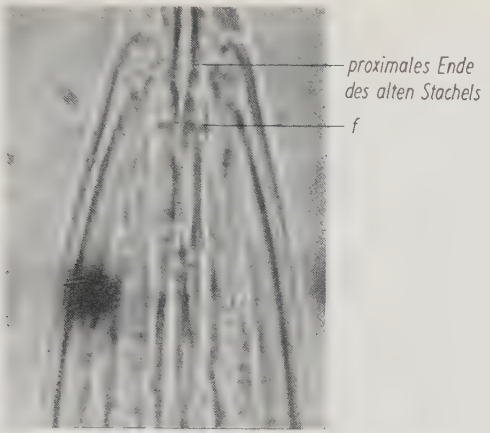

Abb. 8. Stachelwechsel einer sich häutenden L_4 von *Eudorylaimus rhopalocercus*

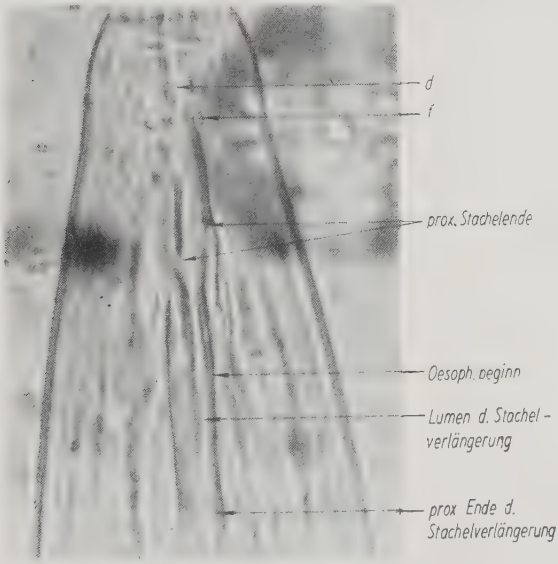

Abb. 9. Stachelwechsel einer sich häutenden L_4 von *Eudorylaimus obtusicaudatus*

einer speziellen Zelle (Thorne 1939) der neue Ersatzstachel gebildet. Während der Häutung solcher Stadien findet man häufig Tiere mit 3 Stacheln, einem bereits abgelösten, einem funktionellen und einem in Bildung begriffenen Ersatzstachel.

Im Gegensatz zum 2., 3. und 4. Larvenstadium, bei denen der Ersatzstachel immer im Oesophagusgewebe liegt, findet man bei den 1. Larven von *Xiphinema* (Goodey u. de Coninck 1963) das vordere Ende des Ersatzstachels immer innerhalb der Stachelverlängerung, wo er jedoch nicht im Lumen, sondern in einem speziellen Hohlraum liegt. Etwas Ähnliches findet sich auch bei einer *Dorylaimus* spec. Larve 1. (Goodey u. de Coninck 1963, S. 93, Fig. 5),

deren Ersatzstachel nicht wie sonst üblich im Oesophagusgewebe liegt, sondern in dem Gewebe, das die Stachelverlängerung umgibt.

Es zeigt sich also bei dieser *Dorylaimus* spec. Larve 1 genau derselbe Unterschied zu den folgenden Larvenstadien wie bei *Xiphinema* spp.; es liegt also der Ersatzstachel der L_1 nicht wie sonst bei den L_2 bis L_4 im Oesophagusgewebe, sondern in oder neben der Stachelverlängerung. Vielleicht gibt dieser Unterschied in der Bildungsstätte des L_1-Ersatzstachels einen Hinweis auf die Herkunft der Stachelbildungszelle. Da der Stachel mitgehäutet wird wie alle Strukturen der Mundhöhle, sollte er eigentlich ebenfalls ektodermaler Herkunft sein. Vielleicht lag ursprünglich die Stachelbildungszelle im Bereich der Mundhöhle und ist erst im Laufe der Evolution in den Bereich des Oesophagusgewebes zu liegen gekommen. In der L_1 könnte sich demnach diese ursprünglichere Lage erhalten haben.

Bütschli (1873) gibt dazu schon einen Hinweis: Er nahm an, daß der Stachel bei Dorylaimus spp. n i c h t mitgehäutet wird, und begründet diese Annahme damit, daß der Stachel ganz ohne Zusammenhang mit der äußeren Cuticula, insbesondere der Cuticula der Mundhöhle, gebildet wird und, wie er weiter schreibt, ... namentlich mit der Cuticula der Mundhöhle vor seinem Erscheinen an dem eigentlichen Bestimmungsort (der Mundhöhle, Verf.) in keinem Zusammenhang steht."

Bütschli schloß also aus der Herkunft des Stachels (aus dem Oesophagusgewebe), und weil er anscheinend keinen Stachelwechsel direkt beobachten konnte, daß dieser Stachel nicht mitgehäutet würde. Nach seiner Ansicht wird der Ersatzstachel immer wieder auf den teilweise verbrauchten Stachel aufgesetzt.

Wir wissen heute, daß der Stachel mitgehäutet wird; doch Bütschlis Überlegung bezüglich des außerhalb des Mundhöhlenbereichs liegenden Bildungsortes ist durchaus zutreffend. Man sollte den abweichenden Stachelbildungsvorgängen bei den 1. Larven von *Xiphinema* und *Dorylaimus* spp. in Zukunft mehr Beachtung schenken, den obwohl diese Vorgänge auf das Innere der Eischale beschränkt und deshalb schwer zugänglich sind, könnten sie mithelfen, die aufgeworfenen Fragen zur Herkunft der Stachelbildungszelle zu klären. Doch zurück zum Stachelwechsel. Kann man annehmen, daß bei *Dorylaimus* spp. der Stachelwechsel so ähnlich wie bei *Xiphinema* und *Longidorus* vor sich geht, also der Ersatzstachel innerhalb des Lumens der Stachelverlängerung an seinen Platz wandert?

Weder bei der Durchsicht meiner umfangreichen Proben noch in der mir zugänglichen Literatur fand ich einen Hinweis, darauf, daß der Ersatzstachel bei *Dorylaimus*-Arten, innerhalb der Stachelverlängerung wandern würde. Man sah zwar den Ersatzstachel bei manchen Larven in verschiedener Höhe des Oesophagusgewebes liegen, jedoch niemals im Lumen der Stachelverlängerung selbst.

Im Abbildung 9 sehen wir den Stachelwechsel bei einer L_4 von *Eudorylaimus obtusicaudatus*. Der ehemalige funktionierende Stachel ist bereits von der Stachelverlängerung gelöst, an ihm hängt die vom Ersatzstachel anschei-

nend etwas zur Seite gedrückte Auskleidung der Stachelverlängerung (siehe auch Abb. 7 c — d).

Der Ersatzstachel scheint noch nicht vollkommen fest mit der Stachelverlängerung verbunden zu sein. Denselben Vorgang sehen wir ebenfalls, etwas weniger klar, bei einer Larve von *Eudorylaimus rhopalocercus* (Abb. 8). In Abbildung 9 sehen wir deutlich, daß der Ersatzstachel außerdem noch nicht völlig zentral im Körper des Tieres sitzt, er scheint etwas ventral verschoben zu sein. Ich nehme nun an, daß der Stachelwechsel bei den Vertretern der Dorylaimiden mit gänsekielartigem Stachel nicht durch das Lumen der Stachelverlängerung vor sich geht, sondern daß der Ersatzstachel aus dem Oesophagusgewebe austritt und an der Stachelverlängerung seitlich vorbei nach vorn wandert und somit von der Seite her an seinen Platz am distalen Ende der Stachelverlängerung gelangt. Vielleicht zeigt der ventral verschobene Stachel in Abbildung 9 den letzten Teil dieser Bewegung.

Bei der schon besprochenen L_1 von *Dorylaimus* spec., wo der Ersatzstachel schon in dem die Stachelverlängerung umgebenden Gewebe gebildet wird, liegt nahe, daß der Stachelwechsel auf die oben geschilderte Art vor sich gehen könnte, also von der Seite her. Inwieweit dies nun tatsächlich für die der L_1 folgenden Larvenstadien L_2—L_4 Geltung hat, läßt sich auf Grund meiner Unterlagen nicht entscheiden; dazu hätte die Untersuchung speziell nach dieser Richtung hin ausgerichtet werden müssen.

Meine Ausführungen wollen deshalb nur auf eine eventuell mögliche Lösung dieses komplizierten Vorganges hinweisen. Weiteren und ausführlicheren Untersuchungen soll vorbehalten bleiben zu klären, ob bei *Dorylaimus* L_2—L_4 der Stachelwechsel primitiver, d. h. so ähnlich wie im Stadium der L_1, vor sich geht oder ob der bei *Xiphinema* und *Longidorus* L_2 — L_4 aufgezeigte weniger ursprüngliche Weg sich auch für diese Gruppe finden läßt.

Zusammenfassung

An sich häutenden Larven-4 von *Eudorylaimus rhopalocercus* (de Man 1876) Andrassy 1959 und *E. obtusicaudatus* (Bastian 1865) Andrassy 1959 konnten Beobachtungen zum Stachelwechsel und zum Häutungsvorgang gemacht werden.

Die Ablösung des Tieres von der alten Larvenhaut beginnt an den Lippenpapillen. Im Schwanzteil löst sich das Tier gleichfalls von der alten Cuticula. Sind der Kopf und der Schwanz abgelöst, unterstützen kontraktile Bewegungen des Nematodenkörpers die vollständige Ablösung von der alten Larvencuticula. Das Tier, das kleiner als die umgebende alte Cuticula ist, bewegt sich nunmehr innerhalb der abgelösten Larvenhaut. Besonders im distalen Teil führt der Kopf seitlich pendelnde Bewegungen aus, wobei der Stachel manchmal ausgestreckt wird. Durch die pendelnde Bewegung des Kopfes wird die alte Larvenhaut seitlich durchbrochen; durch diese, immer ventral gelegene Öffnung, gleitet das Tier ohne größere Bewegungen hinaus. Der bei der Häutung weit nach vorn gestreckte alte Larvenstachel wird in seinen Einzelteilen

besprochen. Beim Stachelwechsel ergibt sich an Hand der Photos und der Literaturdiskussion die Möglichkeit, daß der neue Stachel nicht, wie bisher allgemein angenommen wird, innerhalb der Stachelverlängerung an seinen Platz wandet, sondern seitlich an der Stachelverlängerung vorbei nach vorn bewegt wird.

Summary

The moulting process and the change of the stylet is described in four-stage larvae of *Eudorylaimus rhopalocercus* (de Man 1876) Andrassy 1959 and *E. obtusicaudatus* (Bastian 1865) Andrassy 1959. At the beginning of the moulting process, the head begins to retract from the anterior part of the old cuticle, so does the tail in the posterior part of the old larval cuticle. When the head and the tail have become loose, the nematode shows a contractile movement of his body which supports the complete separation from the old larval cuticle. When the separation is completed the body, which in now smaller than the old cutivle, begins to move back and forth within the cast cuticle. Especially in the distal part the head is pushed mostly to the ventral side of the old cuticle, sometimes the stylet could be seen protruding. When the head has broken through the ventral side of the old cuticle in a position of 1 to 2 stylet lengths behind the old stoma opening, the body of the nematode is gliding slowly and without heavy movements through this hole. The parts of the old stylet, which is far protruded during the moulting process, are discussed. It is suggested, according to the microphotographs and the literature discussion that the change of the stylet is not effected by a movement of the new stylet inside the lumen of the stylet extension, but by moving along the outside of the stylet extension.

Schrifttum

Andrassy, J.: Taxonomische Übersicht der Dorylaimen (Nematoda) I. Acta Zool. Acad. Scient. Hungar. **V** 3/4 (1959).

— Taxonomische Übersicht der Dorylaimen (Nematoda) II. Acta Zool. Acad. Scient. Hungar. **VI** 1/2 (1960).

Bütschli, O.: Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. Verh. d. Leop. Carol. Akad. d. Naturforsch. **36** (1873) 1—149.

Coomans, A.: Stoma structures in members of the Dorylaimina. Nematologica **9** 4 (1963) 587—601.

—, und L. de Coninck: Observation in spear formation in *Xiphinema*. Nematologica **9** (1963) 85—96.

Ebert, M.: Ein Beitrag zum Massenwechsel der Nematoden. Mitteil. aus d. Biol. Bundesanst. **118** (1966 a) 71—81.

— Vergleichende Faunistik und Ökologie der Dorylaimiden der Umgebung Erlangens (Nematoda, Dorylaimida). Z. Morph. Ökol. **58** (1966 b) 109—143.

Goodey, J. B.: The nature of the spear guiding apparatus in Dorylaiminae. J. Helm. R. T. Leiper Suppl. (1961) 101—106.

Goodey, T. revised by J. B. Goodey: Soil and Freshwater Nematodes. Methuen & Co., London, John Wiley & Sons, New York, 1963.

Gundy, S. D. van: The life history of the citrus nematode *Tylenchus semipenetrans* Cobb. Nematologica **3** (1958) 285—294.

Hechler H. C., and D. P. Taylor: The moulting process in species of *Seinura* (Nematoda, Aphelenchoididae). Proc. Helm. Soc. Wash. 33 1 (1966) 90—100.

Hooper, D. J.: A re-description of *Longidorus elongatus* (de MAN 1876) Thorne and Swanger 1936 (Nematoda, Dorylaimidae) and description of five new species of *Longidorus* from Greax Britain. Nematologica **6** (1961) 237—257.

Linford, M. B., and J. M. Oliveira: *Rotylenchulus reniformis* nov. gen. n. spec., a nematode parasite of roots. Proc. Helm. Soc. Wash. **7** 1 (1940) 35—42.

Meyl, A. H.: Freilebende Nematoden. In Brohmer: Die Tierwelt Mitteleuropas. Bd. 1, Liefg. 5 a. Quelle & Meyer, Leipzig 1960. 164 S.

Schneider, W.: Würmer oder Vermes II.: Fadenwürmer oder Nematoden. In Dahl: Die Tierwelt Deutschlands. **36** (1939) 260 S.

Seinhorst, J. W.: Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. Nematologica **8** (1962) 117—128.

Thorne, G.: A monograph of the nematodes of the superfamily Dorylaimoidea. Capita Zool. **8** (1939) 1—261.

— and H. H. Swanger: A monograph of the nematode genera *Dorylaimus* Dujardin, *Aporcelaimus* n. g., *Dorylaimoides* n. g. and *Pungentus* n. g. Capita Zool. **6** (1936) 1—223.

Wallace, H. R.: The Biology of Plant Parasitic Nematodes. Edward Arnold Ltd., London 1963.

Satz und Druck: (IV/5/1) Buchdruckerei Paul Dünnhaupt, Köthen

Sonderdruck aus „Zoologischer Anzeiger" Bd. 178, Heft 5/6, 1967
Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg

Beobachtungen über die Ernährungsweise bei freilebenden Dorylaimiden mit allgemeinen Betrachtungen über räuberisch lebende Nematoden

Von

Manfred Ebert[1]

Mit 1 Tabelle

(Eingegangen am 27. Juni 1966)

Um Untersuchungen zur Ernährungsweise bei freilebenden Nematoden durchführen zu können, ist neben Untersuchungen des Darminhaltes eine Haltung der zu untersuchenden Arten im Labor unerläßlich.

Einer der ersten, der Versuche zur Haltung von freilebenden Nematoden im Labor unternahm, war Dujardin (1844) Er nahm feuchte Erde, Moos und Regenwürmer als Zuchtmedium. Perez (1866) hielt zum 1. Male Nematoden auf künstlichem Nährboden, und Zimmermann (1921) gelang als erstem die Zucht von Essigälchen in Reinkulturen. Chandler (1924) züchtete *Rhabditis* spec. auf Agar-Platten. Dougherty und Calhoun (1948) gaben eine Übersicht über die verschiedenen Züchtungstechniken. Osche (1952) konnte Rhabditiden jahrelang auf Kot als Zuchtmedium halten. Dieser kurze Überblick über die verschiedensten Züchtungsversuche bei freilebenden Nematoden ließe sich noch

[1] Dr. Manfred Ebert, Cooper u. Nephews, Johannesburg (Südafrika).

beliebig erweitern. Fast alle diese erfolgreichen Züchtungsversuche wurden mit Rhabditiden unternommen, die sich durch ihre saprozoische Lebensweise für derartige Experimente gut eignen.

Hollis (1957) und Esser (1963) gelang es, bei ihren Versuchen auch andere Gruppen, darunter Dorylaimiden, im Labor zu halten und unter diesen künstlichen Bedingungen zu beobachten.

Material und Methode

Das Material für die vorliegende Untersuchung wurde im Rahmen einer Arbeit über den Massenwechsel der Nematoden und einer vergleichend faunistisch-ökologischen Untersuchung an Dorylaimiden (Ebert 1966 a, b) aus Bodenproben mit Hilfe des verbesserten Seinhorst-Gerätes (Seinhorst 1962) ausgewaschen und über Nematodenfilter angereichert. Bei meinen Versuchen wählte ich als Versuchstiere *Eudorylaimus carteri* (Bastian 1865), Andrassy 1959, *Eudorylaimus obtusicaudatus* (Bastian 1865), Andrassy 1959, *Aporcelaimus regius* (de Man 1876), Thorne and Swanger 1936 sowie *Mononchus papillatus* Bastian 1865, alles Formen, die sich durch ihre Größe für binokulare Lebendbeobachtungen gut eignen.

Ergebnisse

Zuerst wurde untersucht, ob sich die genannten Versuchstiere möglicherweise von Bakterien ernähren. Dazu wurde der Darminhalt einiger der genannten Dorylaimiden in sterilen Petrischalen mit einfachem Nähragar für Bakterien ausgestrichen sowie Kulturen mit Bodenbakterien angelegt. Bei Zimmertemperatur bildeten sich nach einigen Tagen Bakterienrasen oder -kolonien auf der Agaroberfläche. Nun wurden die Versuchstiere hinzugegeben. Unter dem Binokular wurde, in Abständen, ihr Verhalten auf dem Agar beobachtet. Es zeigte sich, daß ein Teil der Tiere direkt in den Agar einwandert, ein anderer Teil sich auf der Oberfläche in dem dünnen Wasserfilm schlängelnd fortbewegt. Wie man hierbei deutlich bemerkt, bestimmen die Dicke des Wasserfilms sowie die Größe der Nematoden deren Fortbewegungsgeschwindigkeit. Wallace (1963) hat diese Zusammenhänge anschaulich geklärt. Die Lebensbedingungen in der geschilderten Versuchsanordnung scheinen für die Tiere nicht geeignet zu sein, sie starben nach 1 bis 3 Tagen, während man normalerweise Dorylaimiden oft 14 Tage in Wasser halten kann. *Rhabditis* spec. sowie *Wilsonema auriculatum* konnte man unter derartigen Bedingungen wochenlang halten.

Eine Ernährung, die ausschließlich auf bakterieller Basis beruht, dürfte somit für die untersuchten Arten fraglich erscheinen.

Bei der nächsten Versuchsanordnung wurde ähnlich wie bei Esser (1963) vorgegangen. Eine 3 bis 4 mm dicke Schicht aus 1.7% unsterilem Wasseragar wurde in eine Petrischale gegeben. Nachdem der Agar sich verfestigt hatte, wurde aus der Mitte der Platte ein etwa 1,5 cm runder agarfreier Raum herausgeschnitten. In diese Vertiefung wurden nun die Versuchstiere, je 30 einer Art, zusammen mit einigen Hundert Nematoden der verschiedensten Gattungen gegeben. Nachdem das Wasser, mit dem die Nematoden in die zentrale Vertiefung gebracht wurden, bis auf einen dünnen Film vom Agar aufgenommen

bzw. verdunstet war, begannen die Nematoden in den Agar einzuwandern oder sich auf der Oberfläche fortzubewegen.

Die binokulare Beobachtung ergab, wie erwartet, ein räuberisches Verhalten von *Mononchus papillatus*. Diese packen ihre Opfer mit ihren Zähnen und saugen sie aus oder schlucken sie bei entsprechender Größe im ganzen. Das Auffinden der Beute scheint bei den Mononchen mehr zufällig vor sich zu gehen, es wurde niemals ein gezielter Angriff auf ein bestimmtes Opfer festgestellt. Die untersuchten Dorylaimiden zeigten ebenfalls eine räuberische Ernährungsweise. Sie griffen ihre Opfer an, durchbohrten sie, oftmals nach mehreren Versuchen, mit ihrem Mundstachel und saugten sie aus.

Diskussion

Vereinzelte Hinweise über die räuberische Lebensweise der Dorylaimiden findet man schon in der älteren Literatur. Heinis (1916) schrieb: „. . . Im Bölchenmaterial beobachtete ich zweimal Nematoden der Gattung *Dorylaimus*, welche Gehäuse von *Nebela collaris* bewohnten. Ohne Zweifel sind die Nematoden nicht zufällig in die *Nebela*-Gehäuse hineingeraten oder haben sie nur zum Schutz aufgesucht, sondern sie werden die Rhizopoda überfallen, angebohrt und den Plasmainhalt aufgesaugt haben."

Auch de Man (1884) erwähnte bereits räuberische Dorylaimiden: „. . . ein junger *Dorylaimus* hat seinen Stachel quer durch einen *Cephalobus* gestochen und ihn wahrscheinlich ausgesogen." Thorne (1928) zeigt, wie ein *Dorylaimus obtusicaudatus* ein Ei von *Heterodera schachtii* ansticht und aussaugt.

Bei den größeren *Dorylaimus*-Arten scheint die räuberische Lebensweise durchaus verbreitet zu sein, bes. bei denjenigen, die einen kräftigen Mundstachel besitzen. Leider konnten ähnliche Versuche mit auf Agar und Nährlösung gehaltenen Pflanzen zusammen mit *Dorylamus*-Arten aus Zeitgründen nicht mehr unternommen werden, so daß keine Aussagen über einen eventuellen Semiparasitismus gemacht werden können.

Esser (1963) gibt als Räuber Arten von *Dorylaimus*, *Labronema*, *Discolaimus* und *Carcharolaimus* an. Linford (1937) vermutet, daß die Gattung *Discolaimus* ihre Beute durch Ansaugen mit den Lippen festhält. Esser (1963) fand jedoch einen *Discolaimus*, der seinen Stachel ohne vollständige Lippenberührung in den Körper seines Opfers einstach. Linford und Oliveira (1937) bezeichnen *Dorylaimus regius*, *Dorylaimus obtusicaudatus* und *Dorylaimus* spp. als Räuber, die ihre Opfer schnell aussaugen, ebenso *Mononchus*, *Fictor*, *Nygolaimus*, *Sectonema*, *Seinura* und *Actinolaimus*.

Bei meinen Versuchen fand ich, ebenso wie schon Esser (1963), daß oft mehrere Dorylaimiden ein Beutetier zusammen aussaugten. Besitzen nun die Dorylaimiden Rezeptoren für chemische Reize, z. B. Körperflüssigkeit eines Opfers, die es ihnen erlauben, schon angestochene Beutetiere gleichfalls aufzufinden? Es wird vermutet, daß die Seitenorgane, die bei den Dorylaimiden besonders groß gebaut sind, diese Rezeptoren darstellen.

Um nun Klarheit darüber zu bekommen, ob das Aussaugen eines Opfers

durch mehrere Dorylaimiden nur zufällig zustande kommt, wurde diese Nullhypothese mit Hilfe der Poisson-Verteilung überprüft (Tab. 1).

Tabelle 1

Poisson-Verteilung von räuberischen Dorylaimiden an ihrer Beute

Do/Opfer x	Häufigkeit f	f · x	f · x²	Poisson	$\frac{(0-E)^2}{E}$
0	0	0	0	4,21	0
1	14	14	14	8,26	3,990
2	5	10	20	8,12	1,198
3	9	27	81	5,32	2,546
4	2	8	32	4,09	1,068
	30	59	147	30	8,802

$\bar{x} = 1{,}966$ $\chi^2_3 = 8{,}802$ P: 0,05 — 0,02

$s^2 = 1{,}367$

$\frac{s^2}{\bar{x}} = 0{,}697$

Der errechnete Wert von $\chi^2_3 = 8.802$ ergibt jedoch P-Werte von 0.05—0,02, die somit eindeutig gegen die Nullhypothese sprechen; auch das Verhältnis von $\frac{s^2}{\bar{x}}$ mit 0.697 zeigt eine deutliche Abweichung von 1, wie sie für eine charakteristische Poisson-Verteilung gegeben sein müßte. Aus diesen Befunden kann man auf eine nicht zufällige Ansammlung mehrerer Dorylaimen an einem Beutetier schließen, d. h. auf eine gerichtete Annäherung vermittels eines Sinnesorgans. Esser (1963) fand bei seinen Versuchen weitere Hinweise auf einen Geruchs- oder Geschmackssinn bei Dorylaimiden.

Er beobachtete, wie ein Weibchen einer großen Dorylaimidenart in der Kultur mehrere Eier zufallsmäßig verteilt ablegte. Das Weibchen bewegte seine Lippen bis zu 20 Minuten lang über die Oberfläche eines Eies und zeigte eine starke Affinität zu diesem Ei, von dem sie sich mit anscheinendem „Widerwillen" trennte. Ein Männchen derselben großen Art näherte sich einem der Eier und untersuchte es einige Minuten lang mit den Lippen. Keinerlei Einstichversuche wurden gemacht. Esser (1963) vermutet deshalb ein „chemisches Phänomen", das mit dem Ei zusammenhängt, welches einem Männchen derselben Art erlaubt, dieses Ei zu erkennen und es nicht auszusaugen.

Gesamtbetrachtung der räuberisch lebenden Nematoden

Wenn wir die bisher bekannten räuberisch lebenden Nematoden einer Gesamtbetrachtung unterziehen wollen, so kann man diese in drei, nach der Art ihrer Nahrungsaufnahme zu unterscheidende Gruppen einteilen:

Gruppe I

Nematoden dieser Gruppe verschlucken ihre Beute im ganzen. Sie besitzen einen zylindrischen Oesophagus ohne Bulbus, die Mundhöhle ist meistens ohne irgendwelche Zahnbildungen und teilweise ziemlich schmal. Cobb (1918) bemerkt, daß solche Arten ohne Schwierigkeiten andere Nematoden, welche halb so breit wie sie selbst seien, verschlingen können. Dies wird ihnen durch eine enorme Dehnbarkeit des Oesophagus und der Mundhöhle ermöglicht. Im Darm von *Tripyla*-Arten wurden teilweise verdaute Überreste von erbeuteten Nematoden gefunden. Nach Cobb (1918) ernährt sich *Tripyla monohystera* von Nematoden, Rotatorien und Protozoen. Er berichtet weiter über die Fähigkeit von *Monohystera*-Arten, mit ihrem ähnlich *Tripyla* gestalteten Oesophagus Diatomeen zu verschlingen, und hielt sie für sich weitgehend von pflanzlichen Stoffen ernährende Arten.

Gruppe II

Angehörige dieser Gruppe verschlingen kleinere Beute im ganzen oder beißen den Körper des Opfers an und saugen den Körperinhalt aus. Zu diesem Zweck ist ihre Mundhöhle tassenförmig erweitert und mit Bohr- und Haltezähnen versehen. Die hervorragendsten Vertreter dieser Gruppe sind die Mononchen, die ausschließlich räuberisch leben, daneben noch *Fictor vorax*, zu den Rhabditida gehörend (Goodey 1929). Viele der marinen Nematoden mit ähnlich gebauten Mundhöhlen, wie z. B. die Oncholaiminae, muß man ebenfalls zu dieser Gruppe rechnen.

Gruppe III

Zu dieser Gruppe gehören nun alle diejenigen Formen, die sich mit Hilfe eines Stachels, genau wie die pflanzenparasitischen Vertreter, ernähren. Dazu gehören Arten aus der Überfamilie der Dorylaimoidea sowie der Gattung *Seinura* (Verwandte der Aphelenchoidea).

Die Dorylaimen mit ihrem hohlen, gänsekielartigen Stachel stechen ihre Beute an und saugen sie aus. Es gibt keine Hinweise darauf, daß sie irgendwelche lähmende Speichelsekrete ihrem Opfer injizieren (Hollis 1957).

Linford und Oliveira (1937) nahmen an, daß durch den Einstich des großen Stachels die Funktion der inneren Organe so gestört würde, daß dadurch eine Unbeweglichkeit des Opfers hervorgerufen wird.

Die Art der Nahrungsaufnahme bei *Nygolaimus* und *Sectonema*, die einen langen, schlanken und nicht hohlen Stachel besitzen, ist noch wenig geklärt; man vermutet, daß sie die Nahrung zerstückelt aufnehmen.

Bei den Arten von *Dorylaimus* ist möglich, daß insbesondere die größeren Vertreter nur räuberisch leben, während andere wiederum tierische und pflanzliche Nahrung zu sich nehmen, also keine reinen Räuber mehr sind.

Hollis (1957) fand bei seinen Zuchtversuchen mit *Dorylaimus ettersbergensis* auf Wasseragarplatten, daß sich diese Art von den verschiedensten Mikroorganismen ernährt, von Zellen der Blaualge *Chroococcus* sp., von 2 Arten

von Grünalgen (*Chlorella vulgaris* und *Tetraedon* sp.), von Cysten eines Ciliaten *Drepanomonas* sp., von den Konidien eines Pilzes *Cephalothecium* sowie räuberisch von anderen Nematoden. Hollis konnte nicht leicht entscheiden, welche Nahrung bevorzugt wird. Bei gemischten Kulturen fraß *Dorylaimus ettersbergensis* denjenigen Organismus, der am zahlreichsten war. Die schnellste Vermehrung trat jedoch bei Fütterung mit Blaualgen auf.

Bei den Vertretern der Gattung *Seinura* handelt es sich um nahe Verwandte der pilz- und pflanzenparasitisch lebenden Aphelenchoidea. Trotz ihrer Kleinheit und ihres kurzen Stiletts gelingt ihnen die Überwältigung auch von größerer Beute, da sie, wie Linford und Oliveira (1937) feststellten, den erbeuteten Nematoden ein schnell lähmend wirkendes Speicheldrüsengift injizieren.

Die Möglichkeit des Einsatzes der räuberisch lebenden Nematoden bei der biologischen Kontrolle pflanzenparasitischer Arten wurde von den Nematologen schon frühzeitig diskutiert, z. B. von Cobb (1920), Thorne (1927), Steiner und Heinly (1922) sowie Christie (1960); doch sind die meisten derartigen Beobachtungen zu wenig gesichert und nicht durch ausreichende Experimente gestützt, so daß sich in dieser Richtung ein noch aussichtsreiches Untersuchungsgebiet ergibt.

Zusammenfassung

Es wurde der Versuch unternommen, Vertreter von *Eudorylaimus carteri*, *Eudorylaimus obtusicaudatus*, *Aporcelaimus regius* sowie *Mononchus papillatus* auf mit Bodenbakterien und Darminhalt der Versuchstiere infizierten Agarplatten zu züchten. Bei dieser Versuchsanordnung starben die Tiere schneller als in reinem Wasser gehaltene Vergleichsobjekte.

In einer ähnlich wie bei Esser (1963) gewählten Versuchsanordnung, bei der die Versuchstiere zusammen mit einer großen Anzahl anderer aus den Proben gewonnener Nematodenarten auf unsterile Wasser-Agarplatten gebracht wurden, konnte unter dem Binokular eine räuberische Ernährungsweise der Versuchstiere festgestellt werden. Mit Hilfe der Poisson-Verteilung wird auf ein nicht zufallsbedingtes Auffinden schon angestochener Beutetiere durch die Versuchstiere geschlossen. Eine zusammenfassende Darstellung der bisher bekannten Arten der Nahrungsaufnahme der räuberisch lebenden Nematoden wird gegeben.

Summary

Members of the species *Eudorylaimus carteri, Eudorylaimus obtusicaudatus, Aporcelaimus regius* and *Mononchus papillatus* were kept on agar dishes, previously infected with soil bacteria and bacteria from the gut of the nematodes. It was not possible to keep the nematodes on this medium for a longer time, they died after 1 to 3 days, whereas left in pure water they lived longer.

In another series of the experiment, the nematodes were brought together with an enormous number of nematodes of different families on unsterile water

agar dishes (Esser 1963). Under the stereomicroscope the test nematodes could be seen feeding upon other nematodes sucking them with their spear. By means of the Poisson-distribution a non-random prey finding of previously stuck nematodes is assumed. The hitherto known facts on predatory living nematodes are compiled.

Schrifttum

Chandler, H. E.: Artificial cultivation of freeliving nematodes. Science **60** (1924) 203—204.

Christie, J. R.: Biological Control-Predaccous Nematodes. In: Sasser and Jenkins: Nematology. Chapel Hill, Carolina 1960, pp 465—468.

Cobb, N. A.: The Mononchs (*Mononchus* Bastian 1865), a genus of freeliving predaceous nematodes. Contributions to a science of Nematology 6. Soil Science **3** 5 (1917) 431 bis 486.

— Nematodes of the slow sand filterbeds of American cities. Contributions to o science of Nematology **7** (1918) 189—212.

— Transference of nematodes (Mononchs) from place to place for economic purposes. Science n.s. **51** (1920) 640—641.

Dougherty, E. C., and H. G. Calhoun: Experiences in culturing *Rhabditis pellio* (Schneider 1966) Bütschli 1873 (Nematoda, Rhabditidae), and related soil nematodes Proc. Helm. Soc. Wash. **15** 2 (1948) 55—68.

Dujardin, F.: Histoire naturelle des Helminthes ou vers intestinaux XVI. Paris 1845. 654 pp.

Ebert, M.: Ein Beitrag zum Massenwechsel der Nematoden. Mitteil. aus der Biol. Bundesanst. **118** (1966 a) 71—81.

— Vergleichende Faunistik und Ökologie der Dorylaimiden der Umgebung Erlangens (Nematoda, Dorylaimida). Z. Morph. Ökol. **58** (1966 b) 109—143.

Esser, R. P.: Nematode Interactions on Plates of Nonsterile Water Agar. The Soil & Crop Science Soc. Fla. Proc. **23** (1963) 121—138.

Goodey, T:. On some new and little known freeliving nematodes. J. Helm. Soc. **7** 1 (1929) 27—62.

Goodey, J. B.: Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. H. M.'s Stationery Office, London 1963.

Goodey, T., revised by J. B. Goodey: Soil and Freshwater Nematodes. Methuen & Co., London, John Wiley & Sons, New York, 1963.

Heinis, F.: Über die Mikrofauna am Bölchen. Tätigk. Ber. naturf. Ges. Baselland **16** (1916) 80—98.

Hollis, J. P.: Cultural studies with *Dorylaimus ettersbergensis*. Phytopath. **47** (1957) 468—473.

Linford, M. B.: The feeding of some hollow-stylet nematodes. Proc. Helm. Soc. Wash. **4** (1937) 41—46.

— and J. M. Oliveira: The feeding ofhollow-spear nematodes on some other nematodes. Science **85** (1937) 295—297.

Man, J. G. de: Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna, eine systematische Monographie. Brill, Leiden 1884, 206 S.

Meyl, A. H.: Freilebende Nematoden. In: Die Tierwelt Mitteleuropas. Hrsg. P. Bbohmer et al., Bd. 1, Lief. 5 a. Quelle & Meyer, Leipzig 1960, 164 S.

Mudra, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Parey, Berlin und Hamburg 1958.

Osche: G.: Systematik und Phylogenie der Gattung *Rhabditis* (Nematoda). Zool. Jb. Abt. Syst. **81** 3 (1952) 175—312.

Perez, J.: Recherches anatomiques et physiologiques sur l'anguillule terrestre (*Rhabditiis terricola* Dujardin). Ann. Sci. Nat. **6** (1866) 152—307.

Seinhorst, J. W.: Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. Nematologica 8 (1962) 117—128.

Steiner, G., and H. Heinly: The possibility of control of *Heterodera schachtii* and other plant injurious nematodes by means of predatory nematodes, especially by *Mononchus papillatus* Bastian. J. Wash. Acad. Sci. **12** (1922) 367—388.

Thorne, G.: The life history, habits, and economic importance of some mononchs. J. Agric. Res. **34** (1927) 265—286.

— Nematodes inhabiting the cysts of the sugar-beet nematode (*Heterodera schachtii* Schmidt). J. Agric. Res. **37** 10 (1928) 571—575.

Wallace, H. R.: The Biology of Plant Parasitic Nematodes. Edward Arnold Ldt., London 1963. pp 280.

Zimmermann, A.: Recherches expèrimentales sur l'élevage aseptique de l'anguillule du vinaigre (*Anguillula oxophila* Schneider). Rev. Suisse Zool. **28** 16 (1921) 357—380.

Satz und Druck: (IV/5/1) Buchdruckerei Paul Dünnhaupt, Köthen

Lebenslauf

Ich wurde am 3. 5. 1937 als Sohn des Fachdrogisten Bruno Ebert und seiner Frau Maria in Fürth (Bay.) geboren.

Nach vierjähriger Volksschulzeit trat ich in die 1. Klasse der Oberrealschule Fürth ein. An dieser Schule blieb ich bis zum Abschluß der 6. Klasse. Im Anschluß daran besuchte ich von der 7. Klasse an die Wirtschaftsoberschule Nürnberg, an der ich im Juli 1957 die Reifeprüfung erfolgreich bestand. Im November dieses Jahres begann ich mein Studium mit dem Hauptfach Geologie an der Universität Erlangen. Gleichfalls im November 1957 unterzog ich mich mit Erfolg einer Diplomdolmetscherprüfung in der englischen Sprache. Im Wintersemester 60/61 ging ich an die Universität Münster, im gleichen Semester legte ich die Vordiplomprüfung in Geologie, Zoologie, Chemie und Physik ab. Eine von Prof. Lotze an mich vergebene Promotionsarbeit mußte ich Ende des WS 61/62 wegen eines Unfalls an ihn zurückgeben. Aus diesem Grunde wählte ich nunmehr Zoologie als Hauptfach und führte mein Studium an der Universität Erlangen-Nürnberg weiter. Den praktischen Teil der von Prof. Stammer Ende des WS 62/63 an mich vergebenen Promotionsarbeit konnte ich im Frühjahr 1965 abschließen.

Bis zum Ende 1965 war ich als freier Mitarbeiter am Commonwealth Institute of Biological Control, European Station Delémont, Schweiz, tätig.

Seit Dezember 1965 bin ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Biologischen Bundesanstalt, Institut für Nematodenforschung in Münster angestellt.

Meine akademischen Lehrer waren die Professoren und Dozenten: Prof. Berninger, Prof. Birzer, Prof. Ernst, Prof. Fleischmann, Prof. v. Freyberg, Prof. Haupt, Prof. Haustein, Prof. Heller, Prof. Knorr, Prof. Lotze, Dr. Matthes, Prof. Meuwsen, Prof. Neuhaus, Dr. Osche, Prof. Pfefferkorn, Prof. Rensch, Prof. Schwemmle, Prof. Stammer, Dr. Tretzel und Prof. Wunder.